



ARANZADI

zientzia elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences

**ORIGEN DE LAS PIEDRAS MOLESTAS Y
PROPUESTA DE RESTAURACIÓN NATURAL
DE LA PLAYA DE ONDARRETA**

Aranzadi Zientzia Elkartea
Abril de 2013

Investigación y redacción:

Jon Etxezarreta Iturriza. Biólogo. Aranzadi Zientzia Elkartea.

Asesoramiento científico:

Dr. Eneko Iriarte Avilés. Geólogo. Universidad de Burgos.

Dr. Alejandro Cearreta Bilbao. Geólogo. Facultad de Ciencia y
Tecnología de la UPV/EHU.

*Ambos miembros de Aranzadi Zientzia Elkartea y de GEO-Q, Centro Mixto de
Investigación UPV/EHU-ARANZADI sobre Geología del Cuaternario. Leioa
(Bizkaia).*

ORIGEN DE LAS PIEDRAS MOLESTAS Y PROPUESTA DE RESTAURACIÓN NATURAL DE LA PLAYA DE ONDARRETA



ARANZADI ZIENTZIA ELKARTEA

Abril de 2013

Jon Etxezarreta Iturriza

Licenciado en Biología

**Representante de Aranzadi en el Consejo Asesor de Medio Ambiente del
Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.0. LABURPENA	4
1.1. RESUMEN	8
1.2. ANTECEDENTES	12
2. METODOLOGIA	16
1.3. METODOLOGIA DE ESTUDIO	17
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
3.1. HISTORIA CONTEMPORANEA DE SAN SEBASTIAN.....	19
3.2. CAMPO DE MANIOBRAS DE ONDARRETA.....	22
3.3. REGATA DEL GORGA	30
3.4. EXTRACCIONES EN LA PLAYA DE ONDARRETA.....	34
3.5. PILOTES DEL EXTREMO OCCIDENTAL DE ONDARRETA	38
3.6. AFLORAMIENTO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS	45
3.7. DINAMICA DE LA ARENA EN LA BAHIA DE LA CONCHA	48
3.8. PRESENCIA DE PIEDRAS MOLESTAS EN LA PLAYA	50
4. CONCLUSIONES	60
4.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	61
4.2. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROPUESTA DE ACTUACION.....	62
AGRADECIMIENTOS.....	64
BIBLIGRAFIA.....	66
ANEXO I	69
ANEXO II	77

1. INTRODUCCION

1.0. LABURPENA

Ondarretako hondartzan kaltegarriak diren harrien agerpena, ondoeza, osasun-arazoak eta turismoari kalte eragiten duen fenomeno bat da, bestalde marearteko zabalgunea edo flysch fenomeno geologikoa Kontxako badiaren mendebaldeko muturrean aurkitzen den erakurpen berezia delarik. Azken 125 urteetan, hondartzen kontserbaziorako topografia eta batimetria aztertzen saiatu dira, eta hondartzetako harearen dinamika betirako kontrolatzeko arrakasta gutxirekin proposamenak egin dira. Ondarretako hondartzan agertzen diren harri horien jatorria eta harearen garapena nolakoa izan den jakitea ezinbestekoa da, arazoaren muina zein den ulertzeko eta kudeaketa egoki batetarako irtenbide praktikoak proposatzeko. Hala nola, Donostiako azken bi mendeetako historia, mendebaldeko muturrean itsasoratzen zen Gorga erreka, hondartzatik ateratako harea, lurra eta harriak, eta hondartzan zeuden hainbat eraikinak nolakoak ziren ezagutzea funtsezko faktoreak dira hondartzako benetako arazoak ulertzeko.

Bigarren Karlista Guda hasteko prest zegoenean, eta gudariak prestatzeko beharraren aurrean, 1872an maniobra zelai berri bat eraiki zen Ondarretako hondartzan. Itsasora begira mugatuta zegoen prestakuntza zelaia eusteko, harrizko (harlangaitz) horma baten eraikuntza egin zen. Harea, lurra eta harriz eginiko betelana jarri zen (+4,5-5 m-ko kota), eta lorturiko lautada gaur egungo Ondarretako lorategi eta hondartzako zati handi batetik zabaltzen zen (1,6 ha). 1888 urtea geroztik mendebaldeko zonaldean kartzela egon zen eta honen suntsiketa 1954an amaitu zen.

Ondarretako maniobra zelaiko irudi historikoen azterketan behin eta berriz errepikatzen diren suntsiketak nabarmentzen dira, eraikin harriak itsasoak berak eramaten zituen eta ondoren itsas hormaren konponketak egiten zirela ikus daiteke. Gauza berbera gertatzen da azterturiko materialetan, beheko profilan harriak +1 m eta +2 m koten artean azaleratzen dira, eta 2012ko udararen hasieratik goi profilan erdi-tamaina handieneko eta ertzetako higadura gutxieneko eraikin harriak +3 m eta +4 m koten artean agertzen dira. Guztiak antzinako eraikin elementuei dagozkio, nahiz eta txikiak bere higadura dela eta kareharri tuparritsu natural baten harri-borobildu edo lauza baten itxura izan, baina kasu askotan ere masa edo morteroa erantsita mantentzen da. Antzematen den zementua *Portland* tankerakoa da eraikin harri batzuetan (adreiluetan adibidez), hormaren konponketarako erabiliak izan zitezkeenak, baina gehienbat kare hidraulikoaren tuparritsuak nabarmentzen dira hainbat

harlangaitz materialetan. Gakoa mortero tuparritsuen presentzian legoke, zehazki naturalak diruditen harri-borobilduetan XIX. mendearen bigarren zatian erabiltzen zen kare hidraulikoaren agerpena, eta baita ere harlangaitzeko elementuetan harginek egindako taila markak aurkitzea. Itsas-horma zaharreko eta maniobra zelaiaren lautada egiteko bete lanen hartxintxarrak edo obra-hondakinak, harearen mugimenduen eraginez urtetan zehar poliki-poliki hondartzaren goialdetik itsasertzera mugitzen dira, bertan korrante eta olatuen higadura jasaten duten harri borobilduetan bihurtu arte.

Harri gogaikarriak (hondakin-harriak) agertzen diren kotak, +1 m eta +4 m arteko kotak, hondartzako legarren oinarriari dagokionari baino askoz ere handiagoa da, eta beraz, zaila da bertatik eratorria izatea.

Azaleko geruzetan azaltzen diren harriak, nahiz eta gutxi batzuk jatorri naturala izan, hondartzaren eraketaren ondorengoak dira, beraz, ezinezko da oinarriaren zati edo hondartzaren jatorrizko egitura izatea eta kentzeak ez luke hondatuko hondartza beraren egonkortasuna. Lurperatuak dauden harriak kentzeak, inolaz ere ez luke hondarraren arrasteari eragingo eta ondorioz eremu horretan ez luke materialaren galera ekarriko.

Lehenengo harrien agerpenarekin hondartzaren higadura prozesua esponentzialki bizkortzen da. Zenbat eta harri gehiago agertu, gero eta turbulentzia edo zurrumbilo indartsuagoak gertatzen dira, eta hondar-bolumen handiagoa arrastatu egiten da. Badiaren barnealdera olatuaren jaitzieraren eraginez korrante zehatzak eta sedimentazio joera duten uhinek prozesua itzuli egiten dute, berriro ere harriak estaliz. Estuarioko betelan sedimentarioren presentzia baieztatua dago, eta Gorga (Konporta) erreka zehar harrien arrastea gertatu izana eta ur isurketarako hondartzaren mendebaldetik ingurune porotsua delakoaren hipotesia erabat baztertzen da, hondartzan agertzen diren harriak inolaz ere ez zutelako estuarioa zeharkatu. Ondarreta eta Benta Berri eremuko garaje solairuen hondeaketak 1 metroko lohi goigeruza baten azpitik harri gabeko harea zegoen eta.

140 urteetan zehar erasoak jasan ondoren agintariek ozta-ozta arduratu dira hondartza marjinal honetatik hondakin-harriak kentzen. XIX. mendeko bigarren erdialdean Kontxa hondartzako hego mendebaldeak antzeko arazoa izan zuen. Gaitza euste-hormak eraikiaz eta harriak milaka gurdien bitartez kentzen konpondu zen. Hondar babesgeruzaren presentziak Kantauriko ekaitzen energia desagerrarazi egiten du. Hondartzaren goi-aldeetik itsasertzeko harriak estaltzeko hondarra kentzeak, lorategien pasealekuaren (+5 m-ko kota) egonkortasuna arriskuan jarri dezake, Kontxako pasealekuarekin konparatua (+12 m-ko kota) 7 m-ko behe-mailako kotan diseinatua

dagoelako, eta pasealekua, kabinak, eskailera eta arrapala bezalako eraikuntza egonkorretan eragina izan dezake.

Kontxako badiaren harea-masaren dinamika naturala interpretatu ahal izateko, epe-luzean egin beharko litzateke jarraipena. Topografia eta batimetria, edo harearen banaketa mailen neurketen bidez aztertzen diren ikerketak, jatorriz kutsatuak dauden ondorioekin hasten dira eta, non ustezko hondar gabeziak naturaltzat hartzen den harri-geruza agerian utziko luke, “hondartzako oinarri-legarrak”, eta epe motzerako hondarraren bitartez harriak estaltzea behin-behineko irtenbide neurriak proposatzen dira.

Ondorio orokorrak zehaztu ondoren, eta materialen mendi-azterketa egin ondoren, Ondarretako hondartzan agertzen diren harri gogaikarren masa kontutan harturik ia bere osotasunean jatorri antropogenikoa dutela, eta benetan, batez ere azken 140 urteotan ingurunean giza jarduerak zirela eta sortuak izan direla estimatzen da. Gainerakoa, oso hondar-frakzio txiki bat itsaslabarrak, murgildutako arroak eta marearteko zabalgunearen aurka olatuen higadurari esker modu naturalean askatu eta jaurtiriko harri txikiak izan daitezke.

Gutxi gorabehera, hondakin-harrien %90-95a jarduera jakin baten emaitza da; 1872an Ondarretan armadaren prestakuntzarako eraiki zen maniobra zelaia. Lautada hau atletismo pista, aerodromoa, hipodromoa, zelai-hipika eta futbol zelaia ere izan zen. Gainerako erasoak, %5-10a, jatorri ezberdinetakoak dira, esate baterako Badiaren mendebaldeko sarreran erdi murgilduriko kai-muturra “Korridorea” egiteko ahaleginak (1820-1870), Satrustegi Dorrearen azpiko magalean aurkitzen zen Arbizketako harrobia (<1569-1887), gaur egun Funikularren plaza aurkitzen den Arroka-Aundiko harrobia (1881), Konportako erreka kolektorea “Estolda” (1915), lorategietako pasealekua eta Teniseko pasealekua (1925)..., tren-bide estu bat barne (0,8 m) hondartza zeharkatzen zuen, lehendabizi Brunet botila lantegiaren lur-maila igotzeko materialak garraiatzen zituen (1876), gero Matia kaleraino, eta Ondarreta kafetegiko lege kanpoko plataformaren eraispeneren txintxor soberakinak (1994), Teniseko arrapalaren suntsiketa (2009), eta Cervantes plazako aparkalekuaren bahetu gabeko harriak (2010).

Hondakin-harri guztiak kendu eta arazoa betirako konpontzeko aukerarik hoberena, 120.000 m³ material (harea eta harriak) mugitzea suposatuko luke, bahetik pasatuz harriak atera eta hondakindegira baztertzeko edo eraikuntzan birziklatzeko, baina gaur egungo egoeran izango lukeen kostu altua inplikaturiko administrazioak jasateko eragozpenak egon daitezke.

Proposamen Ekintza, merkeagoa eta gaur egungo baliabideetara egokitua dena, agertzen diren harri kaltegarriak pixkanaka eta denboran zehar errepikapen faseetan ateratzea proposatzen da, mekanikoa edo eskuzkoa izan daiteke, hondartzako garbiketa zerbitzuan integratua, neguan nahiz udaran, marea-maila ahalbidetzen den arabera.

Merkatuan harriak ezabatzen dituzten baserriko ekipoak aurki daitezke, hondartzako garbiketa zerbitzuan erabiltzen diren traktoreei egokitu daitezke eta gainazaleko bahetze lan hau erraztuko lukete. Zeregin hau 3-5 urteko epean luzatu beharko litzateke agertzen diren hondakin-harri gehienak kendu direla ziurtatzeko. Garbiketa hau egin ondoren hondartza berriro ere profilatu egin beharko litzateke talka-makinen bidez (*bulldozer*-ak), naturala dirudien profil leuna eta xahutzaile baten bitartez, etengabeko malda leun batekin, +4 m-ko kota batetik pasealekutik gertu (+5 m-ko kota) itsasaldi ekinozioan itsasertzeko 0.00 m-ko behe-mugaraino egoteko. Sakoneko mugak iraultzearen akzio honekin harri berri gehiago (txintxorrak) agertzea gerta daiteke, berauek jarraitzen baitute estaliak hondartzako goi-eremuan, zehazki harearen goi-geruzaren azpian, eta hauek ere kentzea komeniko litzateke. Hondartzan azalera harriak kendu ondoren, hondartzako dinamika naturala aurrera jarraitzeko aukera dago. Zaharberritze honen helburu nagusia, Ondarretako hondartzan prozesu eta funtzio ekologikoa berreskuratzea izango litzateke, eta, beraz, lurraldean bere kabuz iraunkorra izan daitekeen ekosistema bat mantentzea da.

1.1. RESUMEN

La aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta es un fenómeno que está generando incomodidades, problemas de salud y perjuicio al turismo, mientras que la rasa mareal o flysch es un fenómeno geológico singular atractivo del extremo occidental de la Bahía de La Concha. En los últimos 125 años, para la conservación de sus playas se ha pretendido estudiar la topografía y la batimetría, y se han lanzado propuestas con escaso acierto para controlar de manera permanente la dinámica de la arena de las playas.

El estudio del origen de las piedras molestas presentes en la playa de Ondarreta y la evolución del arenal, es imprescindible para comprender la raíz del problema y proponer soluciones prácticas dirigidas a una correcta gestión. Factores como la historia contemporánea de San Sebastián, la regata del Gorga que desembocaba en el extremo occidental, las extracciones de arena, tierra y piedras desde la playa, y las diversas construcciones que ocupaban la playa son aspectos fundamentales para comprender la verdadera problemática de la playa.

Ante el inicio inminente de la *Segunda Guerra Carlista*, y la necesidad de instrucción de las tropas, en 1872 se instaló un nuevo campo de maniobras en los arenales de Ondarreta. Estas obras consistieron en la construcción de un muro de contención en fábrica de piedra (mampostería), delimitando, hacia el mar, la superficie del campo de maniobras que fue explanado con aporte de arena, tierra y cascotes (cota de +4,5-5 m), y se extendía por los actuales jardines y gran parte de la playa de Ondarreta (1,6 ha). A partir de 1888 en la zona occidental albergó la cárcel que se finalizó de dismantelar en 1954.

En el análisis de las series de imágenes históricas del campo de maniobras de Ondarreta, se observan los repetidos destrozos, con arrastre hacia la orilla de cascotes y posteriores reparaciones del muro de costa. Lo mismo se desprende de los materiales examinados, en la parte baja del perfil (orilla) las piedras afloran entre las cotas +1 m y +2 m, y desde principios del verano de 2012 en la parte alta del perfil los cascotes con mayor tamaño medio y con cantos menos erosionados afloran entre las cotas +3 m y +4 m. La práctica totalidad se corresponden con elementos de construcción antiguos, aunque los más pequeños por su erosión podrían ser confundidos con cantos rodados o lajas desgastadas de una caliza margosa de origen natural, pero que en muchos casos conservan incluso restos de masa o mortero

adheridos. El cemento que se aprecia corresponde con el tipo *Portland* en algunos de los cascotes (como los ladrillos), que pudieron ser utilizados en arreglos del murallón, pero sobre todo se aprecian incrustaciones de cal hidráulica en varios materiales de mampostería. La clave estaría en la presencia de incrustaciones de mortero, en concreto de cal hidráulica empleada en construcciones en la segunda mitad del siglo XIX, en aquellas piedras con cantos rodados que se asemejan a naturales, y también de piezas de mampostería con marcas de haber sido canteadas o esculpidas por canteros. Los cascotes o escombros del antiguo muro de costa y del relleno para la explanación del campo de maniobras, arrastrados por el movimiento de la arena durante años se desplazan lentamente desde la zona alta de la playa hasta la orilla, donde sufren la erosión de las corrientes y del oleaje hasta convertirse en cantos rodados.

Las cotas en las que aparecen las piedras molestas (escombros), cotas entre +1 m y +4 m, son muy superiores a las que corresponderían a la base de gravas de la playa (cota <0 m), por lo que difícilmente podrían provenir de su removilización.

La presencia de piedras en las capas de arena de superficie, aunque tuviesen un origen natural, serían posteriores a la formación de la playa, por lo que no formarían parte del sustrato rocoso de la playa y su retirada no comprometería la estabilidad de la propia playa. La retirada de las piedras enterradas de ningún modo podría conllevar el arrastre de la arena con la consiguiente pérdida de material en dicha zona.

Con la aparición de las primeras piedras el proceso de erosión de la playa se acelera de manera exponencial, cuantas más piedras afloran más turbulencias o torbellinos se producen y mayor volumen de arena es arrastrado por la bajada de la ola al interior de la Bahía, hasta que las corrientes determinadas y el oleaje con tendencia a la sedimentación de la arena revierten el proceso volviendo a cubrir las piedras.

La presencia del relleno sedimentario estuarino está confirmada, y la hipótesis de que las piedras de la playa pudieran haber sido arrastradas a través de la marisma por el Gorga (Konporta), y que sirve a su vez como medio poroso para el desagüe de escorrentía por la parte occidental de la playa queda descartada, porque las piedras presentes en la playa nunca atravesaron el estuario. Las excavaciones de las plantas de garaje de la zona de Ondarreta y Benta Berri confirman que bajo una capa superior de fango de un metro de espesor sólo existe arena sin piedras.

Tras 140 años de agresiones las autoridades apenas se han preocupado de retirar los cascotes de esta playa marginal. Un problema similar existió en el sector suroccidental

de la playa de La Concha en la segunda mitad el siglo XIX. El problema se solucionó construyendo muros de contención y retirando las piedras con miles de carretadas.

La presencia de un manto protector de arena disipa la energía de los temporales del Cantábrico. La retirada de arena de la zona alta de la playa para tapar las piedras de la orilla, rebajando la barrera de protección actual, podría comprometer la estabilidad del paseo de los jardines (cota +5 m), diseñado a cota de 7 m inferior al paseo de La Concha (cota +12 m), y afectar a las instalaciones fijas como paseo, cabinas, escaleras y rampas de acceso.

Para poder interpretar la dinámica natural de la masa de arena en la bahía de La Concha se tendría que realizar un seguimiento a largo plazo. Los estudios enfocados a analizar exclusivamente la topografía y la batimetría, así como el movimiento o distribución de la arena con medidas de los niveles, parten con conclusiones preconcebidas, donde la supuesta falta de arena dejaría al descubierto un lecho de piedras considerado natural, “la base de gravas de la playa”, para lo que se proponen medidas provisionales como realizar aportes de arena para cubrir de manera temporal las piedras. Pero el problema no es la distribución de la arena, el problema son los escombros que antes o después siempre afloran, al ser elementos extraños que ocupan un lugar que no les corresponde en este enclave. En definitiva, la playa tiene un exceso de acumulación de escombros que por medios naturales es incapaz de asimilar.

Las conclusiones generales determinan que, tras el análisis de campo de los materiales, se estima que la casi totalidad de la masa de piedras molestas que afloran en el arenal de Ondarreta tienen un origen antrópico, y que en realidad se tratan de escombros generados por actividades humanas realizadas en el entorno sobre todo en los últimos 140 años. El resto, una ínfima fracción residual se podría corresponder con pequeñas piedras desprendidas y proyectadas de manera natural por la erosión del oleaje sobre los acantilados, las rocas sumergidas y la rasa intermareal.

Aproximadamente el 90-95% de los escombros son consecuencia de una actividad concreta; el campo de maniobras para la instrucción del ejército que se instaló en Ondarreta en 1872. La explanada también se utilizó como pista de atletismo, aeródromo, hipódromo, campo hípico y campo de fútbol. El 5-10% de las agresiones restantes es de origen diverso, como los intentos de construcción del dique semisumergido “El Pasillo” en la entrada oeste de la Bahía (1820-1870), la cantera de Arbizketa o Arrobi que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), la cantera de Arroka-Aundi en lo que hoy es la plaza del Funicular (1881), el colector de

la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915), paseo de los jardines y paseo del Tenis (1925)..., incluso una vía férrea estrecha (0,8 m) atravesaba el arenal para trasladar materiales primero hasta la fábrica de botellas de Brunet, para elevar un poco el nivel de la parcela (1876), y más tarde hasta la c/ Matia, y en épocas más recientes los cascotes sobrantes de la demolición de la plataforma ilegal de la cafetería de Ondarreta (1994), derrumbe de la rampa del Tenis (2009), y piedras sin cribar del aparcamiento de la plaza de Cervantes (2010).

La alternativa ideal para eliminar la totalidad de los escombros y solucionar para siempre el problema, implicaría movilizar unos 120.000 m³ de materiales (arena y piedras), para mediante cribado extraer y retirar todas las piedras a la escombrera o reciclarlas en la construcción, pero su elevado coste sería complicado de asimilar en la actualidad para las administraciones implicadas.

La *Propuesta de Actuación*, más económica y ajustada a los recursos actuales, propone la retirada paulatina y repetida en el tiempo, mecánica o manual, de las piedras molestas que afloran integrada en el propio servicio de mantenimiento de la playa, tanto en invierno como en verano, cuando el nivel de la marea lo permita.

En el mercado existe maquinaria agrícola, las despedregadoras, aperos acoplables a los tractores del servicio de limpieza de playas que podrían facilitar dicha labor superficial de cribado. La tarea habría que prolongarla durante un período de 3-5 años para asegurar la retirada de la mayor parte de los escombros que afloran. Una vez realizada esta limpia se debería reperfilarse la playa por empuje de la arena mediante máquinas topadoras (bulldozers), asemejando un perfil natural suave y de carácter disipativo, con suave pendiente continua desde la cota +4 m cercana al paseo (cota +5 m) hasta el límite inferior de la orilla con marea equinoccial de 0.00 m. Con esta acción de remover horizontes profundos es probable que aparecieran nuevas piedras (cascotes), que permanecen sepultadas en la zona alta de la playa bajo la capa superior de la arena, y que por supuesto también convendría retirar. Tras eliminar las piedras que afloran en la playa, habría que permitir que la dinámica natural de la playa siguiera su curso. El objetivo principal de la restauración sería restablecer los procesos y funciones ecológicas de la playa de Ondarreta, de tal manera que permitan el mantenimiento de un ecosistema autosuficiente integrado en el territorio.

1.2. ANTECEDENTES

La aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta es un fenómeno cíclico, principalmente estival, con reaparición periódica anual en las últimas décadas. Esta situación está generando incomodidades e incluso problemas de salud por lesiones a los usuarios de la playa, que en masa se desplazan al extremo oriental para bañarse, y está causando un perjuicio al turismo al rebajar la calidad medio ambiental de la playa de Ondarreta. Por el contrario, la rasa mareal o formación geológica denominada flysch de Ondarreta, con sus acantilados y rocas naturales asociadas, es un fenómeno geológico singular de la Bahía de La Concha que suma un atractivo más a esta playa.

El régimen de la Bahía de La Concha siempre ha sido un enigma, siendo imprescindible y urgente aclararlo, no sólo desde el punto de vista científico, sino del eminentemente práctico, en una materia tan interesante para San Sebastián como es la de la conservación de las playas de su bahía. Desde hace 125 años, con escaso acierto, se han realizado estudios y lanzado propuestas para controlar de manera permanente la dinámica de la arena de las playas (Izaguirre, 1933).

En 2003, el ayuntamiento de San Sebastián solicitó a la *AZTI Tecnalia* un estudio de la dinámica sedimentaria en el interior de la Bahía de Donostia-San Sebastián, para preservar el uso lúdico de la playa de Ondarreta y mitigar el problema de la aparición de las piedras en la parte más occidental de la misma durante el verano. El estudio de la evolución a corto, medio y largo plazo de la playa de Ondarreta pretendía describir la hidrodinámica en la zona en examen, previa calibración de los parámetros que los definen a través de los datos de batimetrías, topografías, características de los sedimentos y medidas de corrientes, para poder definir los patrones de circulación sedimentaria tanto en perfil como en planta, y entender los movimientos de material que provocan el afloramiento de piedras en la parte occidental de la playa durante el verano y que limitan su funcionalidad. Además, se planteaban alternativas de soluciones a este problema mediante el movimiento de materiales arenosos desde los puntos más adecuados y con la correcta disposición de estos, sin alterar la dinámica natural del sistema. Es decir, sin que las consecuencias de estas obras afecten al equilibrio de la playa de Ondarreta, de la playa de La Concha, o que simplemente no sean de utilidad.

Las conclusiones generales de dicho estudio indicaron que las condiciones océano-meteorológicas concretas de cada estación del año confieren un perfil específico a la playa. A grandes rasgos, según lo que se desprende del análisis de la hidrodinámica y de los modelos de equilibrio utilizados a medio plazo, el patrón general de erosión-sedimentación dentro de la Bahía de La Concha es el siguiente:

Durante el invierno se produce, de forma general, una erosión en la parte alta del perfil de playa y una acumulación de material en la parte baja del perfil, tanto a lo largo de la playa de La Concha como la mitad Oeste de la playa de Ondarreta. En las zonas adyacentes al “Pico del Loro” se aprecia un comportamiento diferente. Así en la playa de Ondarreta, se puede observar una erosión de la parte alta del perfil con retroceso de la línea de costa. Parte de este material, como se deduce del análisis de la dinámica sedimentaria, se acumula en la zona baja del perfil de la playa de La Concha, formando una barra, mientras que, otra parte del material se transporta longitudinalmente hacia el Oeste.

Durante el verano, dada la tendencia acumulativa de los movimientos en el perfil superior de la playa, se produce en ambas playas un movimiento inverso. En la zona del “Pico del Loro” las corrientes, durante una situación característica de verano, van de oeste a este por lo que la tendencia es la de acumular material en su parte izquierda (Uriarte *et al.*, 2004).

Así, en invierno el perfil de playa tiende a ser suave y de carácter disipativo, mientras que en verano la pendiente tiende a aumentar confiriendo a la playa un carácter reflejante. *AZTI Tecnalia* considera que el sedimento de la playa tiene una gradación positiva normal, es decir arena media en superficie, pasando progresivamente a arena más gruesa, gravas y bolos, a medida que profundizamos en la sección. Bajo la capa sedimentaria se encontraría la roca compacta propia de la geología del entorno, no obstante la profundidad a la que aparecería es sustrato rocoso no es avalado con ningún tipo de información, y en la única cata descrita (Uriarte *et al.*, 2004) se reconoce que en la parte occidental de la playa aparecen distribuidas grandes cantidades de piedra de tamaños y origen muy diversos (antiguas canalizaciones de la regata Konporta, piedras de cantera y de viejas construcciones). Para la conservación del equilibrio de la playa se propone no retirar las piedras que forman el sustrato de la

playa, puesto que son parte de la playa misma y permiten que la playa mantenga su perfil actual. La actuación más inmediata pasa por trasladar a otra ubicación todas las estructuras captadoras de arena en la zona alta de la playa (Uriarte, 2011).

La zona alta de la playa de Ondarreta actúa como reserva de arena en el ciclo invierno-verano. La disponibilidad de esta reserva oscila a lo largo de los años y se pueden identificar dos situaciones extremas, de mínima y máxima capacidad. Como consecuencia de los fuertes temporales el volumen de arena seca de la parte superior de la playa se ve notablemente reducido, mientras que, si el invierno es relativamente suave, el volumen de arena seca es mayor (Uriarte *et al.*, 2004). De este modo, se definieron dos situaciones límites de cantidades de arena en la parte alta del perfil: la máxima (después de un invierno muy suave) y la mínima (después de un invierno con fuertes temporales).

El objetivo principal del trabajo era evitar que el oleaje de verano pusiera al descubierto el sustrato de piedras y rocas en la parte baja del perfil de playa. Para ello, y en el caso que el invierno no fuera lo suficientemente intenso, habría que suministrar artificialmente a la parte baja del perfil, una cantidad suficiente de arena como para asegurar que durante el verano, la erosión característica de la parte baja del perfil de playa, no hiciera aflorar los molestos cantos. Con el fin de evitar un desequilibrio en el sistema, estos movimientos deberían de ser efectuados siguiendo el patrón natural de erosión y sedimentación (Uriarte *et al.*, 2004).

Se planteaba la necesidad de efectuar un seguimiento de la evolución de la playa para mejorar la comprensión del comportamiento morfodinámico de Ondarreta, mediante topografías y batimetrías periódicas, y con medidas de los niveles de arena a través de estacas fijas graduadas situadas en los contornos de la playa (Gyssels & Uriarte, 2005).

Desde 1998 se han retirado piedras de manera esporádica, en 2005 se retiraron los cimientos de la antigua cárcel y en otoño de 2010 se realizó un aporte de 21.000 m³ de arena sobrante de la obra del aparcamiento subterráneo de la plaza Cervantes (Uriarte, 2011).

En los datos de las variaciones de los volúmenes de arena de las playas de Ondarreta y de La Concha desde 1986 hasta 2003, tomados por el *Servicio de Costas de Gipuzkoa*, se observaba que los valores medidos oscilan alrededor de un valor medio y que no había pérdidas o incrementos de arena apreciables. Las mediciones se realizan desde entonces con periodicidad mensual. En 2010-2012, el *CEDEX* ha realizado un seguimiento de la arena en las playas de La Concha y de Ondarreta encargado por el mismo Servicio.

El resumen final de dicho estudio indica que la playa de La Concha, gana superficie de playa seca y volumen de árido en la misma zona, tanto en el ciclo invernal como en el veraniego. Esta situación es consecuencia probable del aporte de árido realizado.

Por el contrario la playa de Ondarreta, a pesar de ese aporte, pierde tanto superficie de playa como volumen de árido independientemente de cual sea el ciclo comparado.

La playa de Ondarreta sigue con problemas globales de erosión, ya que la recarga del árido efectuada no parece haber servido para solucionar el problema. Pero en esta ocasión se hace notar que la erosión de la zona sumergida de la playa de La Concha supera a las acumulaciones existentes en la playa emergida. La Concha en este ciclo presenta una tendencia erosiva que habrá que ver si se mantiene a más largo plazo (Cedex, 2012).

El *Servicio de Costas de Gipuzkoa* realizó en noviembre de 2011 un informe en el que recomendaba la retirada de escombros del arenal donostiarra. Se llegó a esta conclusión tras realizar en agosto del mismo año 23 catas de 120 centímetros de profundidad. De estos trabajos se pudo derivar que en la playa hay un volumen aproximado de 6.750 m³ de cascotes de origen antrópico que se han de retirar (www.noticiasdegipuzkoa.com).

2. METODOLOGIA

2.1. METODOLOGIA DE ESTUDIO

Desde hace al menos 10 años se está haciendo un seguimiento semanal de la evolución del arenal y un estudio del origen de las piedras molestas presentes, para proponer una restauración natural factible de la playa de Ondarreta. De manera altruista, se han realizado innumerables jornadas de campo para analizar los materiales que afloran, monitorizado la dinámica de la masa de arena, revisado la documentación disponible sobre la geología y la historia de la playa (incluidas fotografías antiguas), y entrevistado a personas que pudieran aportar información relevante para comprender e interpretar el problema. La cultura popular de los antiguotarras, transmitida de padres a hijos y de abuelos a nietos durante generaciones, ha confirmado lo documentado en las referencias bibliográficas o el archivo fotográfico.

Las fotografías históricas se han obtenido principalmente del archivo Kutxa Fototeka (www.kutxateka.com), álbum SIGLO XIX (www.albumsiglo19mendea.net), archivo Gure Gipuzkoa del Departamento de Cultura, Juventud y Deportes la Diputación Foral de Gipuzkoa (www.guregipuzkoa.net), archivo de Gregorio González Galarza del San Telmo Museoa (www.santelmomuseoa.com), y la Web del Ayuntamiento de Donostia (www.donostia.org).

Los trabajos de campo se han centrado en determinar el verdadero origen del problema de la aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta, para proponer soluciones prácticas dirigidas a una correcta gestión.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. HISTORIA CONTEMPORANEA DE SAN SEBASTIAN

La Historia Contemporánea de San Sebastián puede decirse, sin lugar a dudas, que da comienzo con la destrucción que sufrió a manos de las tropas anglo-portuguesas el 31 de agosto de 1813. El incendio que asoló la ciudad dio pie a que ésta se reedificara casi por completo dando paso al desarrollo de ciudad que conocemos actualmente en sucesivos ensanches a lo largo de toda la centuria. De igual manera se realiza el trazado de la Parte Vieja que se conoce actualmente. A pesar de ello, tendrán que pasar cincuenta años más, hasta 1863, para que la ciudad pierda la condición de plaza fuerte y se apruebe el derribo de las murallas. Este hecho será el verdadero motor del desarrollo urbano, económico y social de San Sebastián.

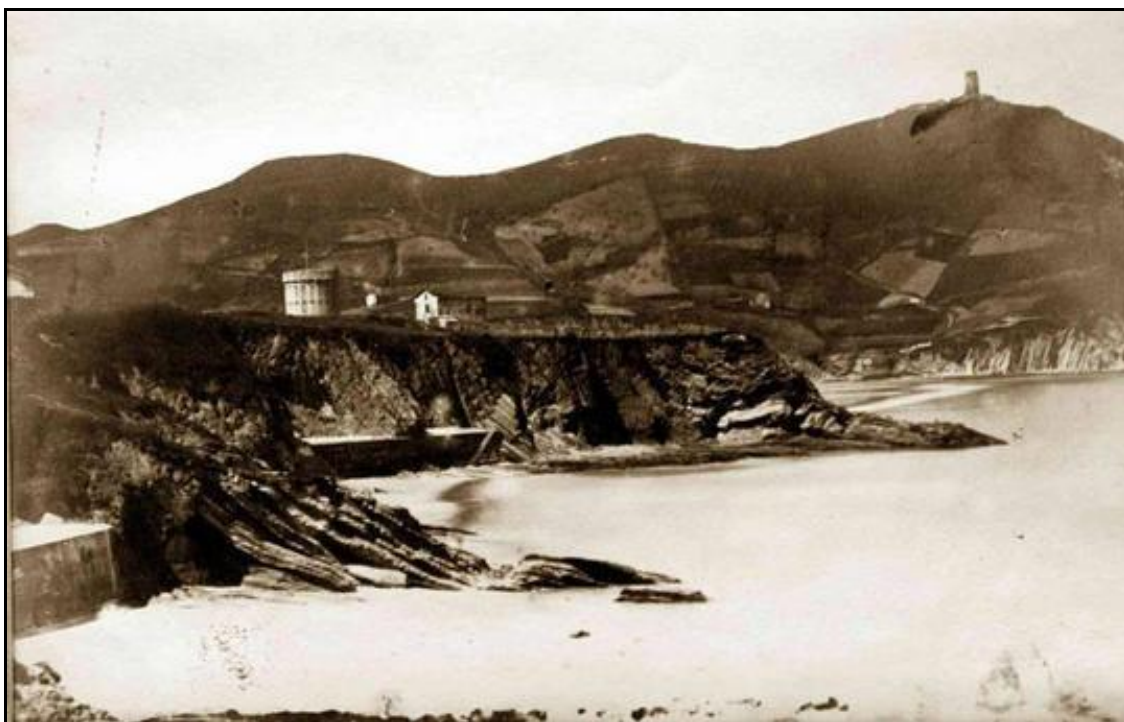


Figura 1. Peñón de Loretopea, en la actualidad atravesado por el túnel del Antiguo.

Autor: OTERO Y GOÑI, Hermenegildo. Fecha: 1874.

© de la fotografía Museo San Telmo.

http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=5011&Itemid=47&lang=es

En la segunda mitad del siglo XIX, el barrio del Antiguo tenía un complicado acceso desde la costa con el resto de la ciudad. Estaba constituido por caseríos dispersos, pequeñas fábricas y campos, con una industria incipiente en la zona de Benta Berri (Lizarriturry y Rezola, 1860). Se consideraba el extrarradio municipal, y el Palacio de

Miramar, con su falso túnel que facilitó la conexión, se empezó a construir en 1888 (Figura 1 y 2).

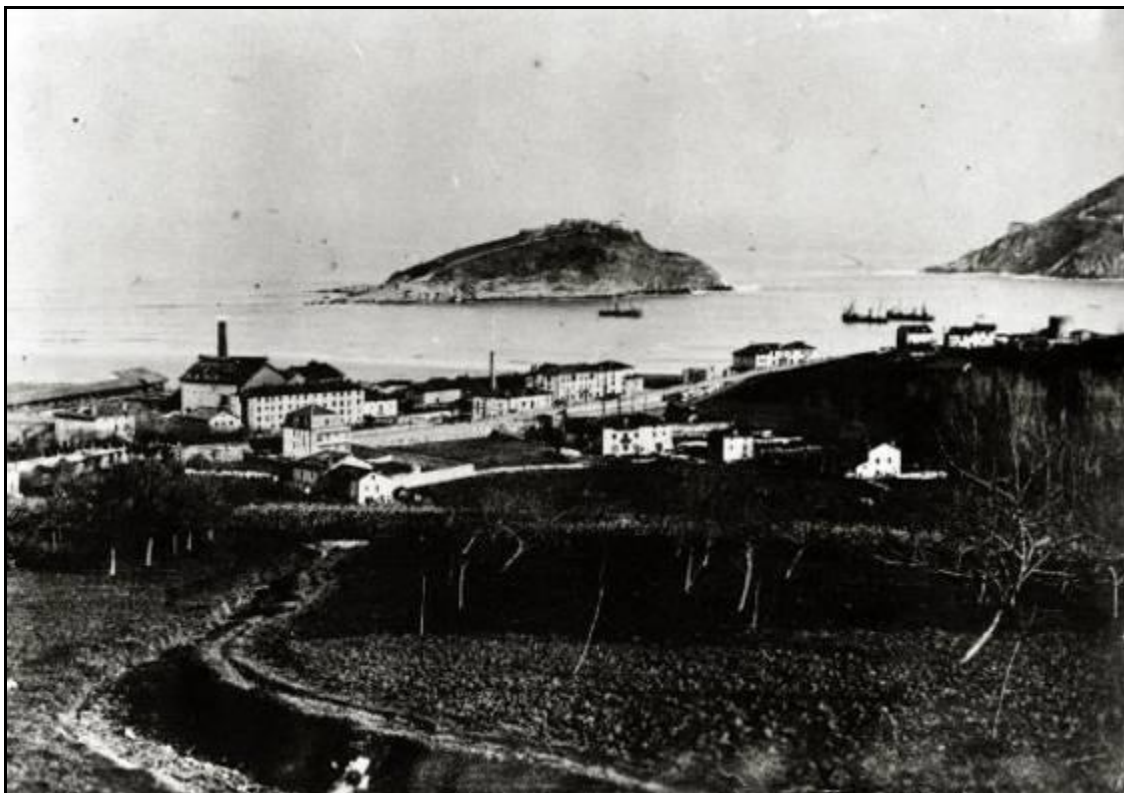


Figura 2. Vista panorámica desde la ladera de Lugaritz del barrio del Antiguo hacia 1885.

Marín Funtza. Archivo Kutxa Fototeka.

http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/223

Durante la *Primera Guerra Carlista (1833-1839)*, las tropas inglesas que contra Carlos María Isidro (Carlos V) tomaron parte en la contienda, horadaron la peña de Loretopea (Pico del Loro), con el fin de poder pasar de una playa a otra sin necesidad de remontar el altozano y ponerse al descubierto ante el enemigo. En 1855, por su inminente ruina, se cerró el túnel de *Ingle-zulo* consolidando la barrera natural (Izaguirre, 1933).

El final de la Primera Guerra Carlista marca el comienzo de una época floreciente. Al desarrollo de San Sebastián como ciudad de veraneo contribuye de manera decisiva la llegada, el 1 de agosto de 1845, de la reina Isabel II para tomar baños de mar para aliviar sus dolencias dermatológicas. La presencia de la corte supone un avance de las comunicaciones de las que son un buen ejemplo la inauguración -el 1 de junio de 1847- de la nueva carretera por Andoain-Lasarte-Pasajes-Rentería en dirección a la

frontera francesa que sustituía al antiguo camino de Hernani y en 1858 comienza los trabajos del ferrocarril.

Pero el momento crucial en la historia donostiarra del siglo XIX -y que condicionará de manera fundamental el desarrollo urbano y económico de la misma- es el abandono de la ciudad como plaza fuerte. Tras la demolición de las murallas de San Sebastián entre 1864 y 1865, se abandonó el campo de tiro de Erregesoro en el actual Alderdi-Eder.

Los avatares políticos que se suceden en el Estado tienen nuevamente repercusión en San Sebastián. Desde 1869 partidas carlistas se alzaban esporádicamente por todo el país. San Sebastián, ante el cariz que pudieran tomar los acontecimientos, decide armar a sus ciudadanos encuadrados en los llamados *Voluntarios de la Libertad* encargados de la defensa de la ciudad y de la Constitución. San Sebastián, una vez más, reafirmaba su carácter liberal jurando lealtad a Amadeo de Saboya y a la Constitución de 1869 en febrero de 1871. A pesar de ello el carlismo dirigido por el que sería conocido como Carlos VII, nieto del protagonista de la Primera Guerra Carlista, trata de emplear la vía legal para llegar al poder, pero tras el fracaso de las elecciones de 1872 volvía a la vía insurreccional, lo que dio pie al levantamiento de algunas partidas carlistas (Barruso, 2010).

3.2. CAMPO DE MANIOBRAS DE ONDARRETA

Ante el inicio inminente de la *Segunda Guerra Carlista*, y la necesidad de instrucción de las tropas, en 1872 dieron comienzo las obras de construcción del nuevo campo de maniobras en los arenales de Ondarreta (Izaguirre, 1933; Alberdi & Pérez, 2005). Estas obras consistieron en la construcción de un muro de contención en fábrica de piedra (mampostería), delimitando, hacia el mar, la superficie del campo de maniobras que fue explanado con aporte de arena, tierra y cascotes (cota de +4,5-5 m). Con posterioridad, a partir de 1888, en la zona occidental del campo de maniobras, se comenzaron las obras de construcción de la cárcel del partido judicial de San Sebastián (Figura 3). La explanada también se utilizó como pista de atletismo, aeródromo, hipódromo, campo hípico y campo de fútbol de la Real Sociedad “1909-1913”. El campo de maniobras se extendía por los actuales jardines y gran parte de la playa de Ondarreta (1,6 ha), ya que el muro de costa protegía la mayor parte de la superficie que actualmente ocupa la zona alta de toldos (Figuras 5 y 6).



Figura 3. Panorámica de Ondarreta con el campo de maniobras, la cárcel y el colector en construcción.

Autor: Ricardo Martín. Archivo Kutxa Fototeka.
http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47432

El muro de contención era del tipo “a gravedad armado”, de sección trapezoidal, con una longitud de unos 550 m que atravesaba la playa de Ondarreta en dirección este-oeste (desde Loretopea hasta la desembocadura de la regata del Gorga), y tenía 0,50 m de espesor en la cúspide y 1,50 m en la base (Figura 4). En la cara externa que miraba al mar era de mampostería careada, cuyos mampuestos se han labrado únicamente en la cara destinada a formar el paramento exterior, y en la cara interna compuesto por ripios o conjunto de piedras y demás materiales de desecho que se usan para rellenar juntas o huecos, o que se colocan entre los mampuestos para que asienten bien. El mortero empleado para la unión era una argamasa con cal hidráulica natural. La endeble resistencia de este tipo de cales viene dada por la combinación de sílice que se da durante el proceso de cocción de la cal. En Gipuzkoa la elaboración fabricación del cemento *Portland*, artificial y con mayor resistencia, comenzó en 1901 en la fábrica “La Esperanza” situada en Añorga-Aundi (Donostia).



Figura 4. Muro de costa del antiguo campo de maniobras (1872), levante del muro tras construcción del túnel del Antiguo (1890) y construcción del muro de los jardines de Ondarreta (1925).

Los materiales de mampostería eran los disponibles en la zona (Edeso, 2010), en el tramo oriental junto a Loretopea estaba compuesto por calizas o margocalizas grises y

rosas (período Danés), y en el tramo occidental junto a Igeldo estaba integrado por calizas o margocalizas grises y areniscas de la Cadena Terciaria Costera (Paleoceno medio-Eoceno inferior).

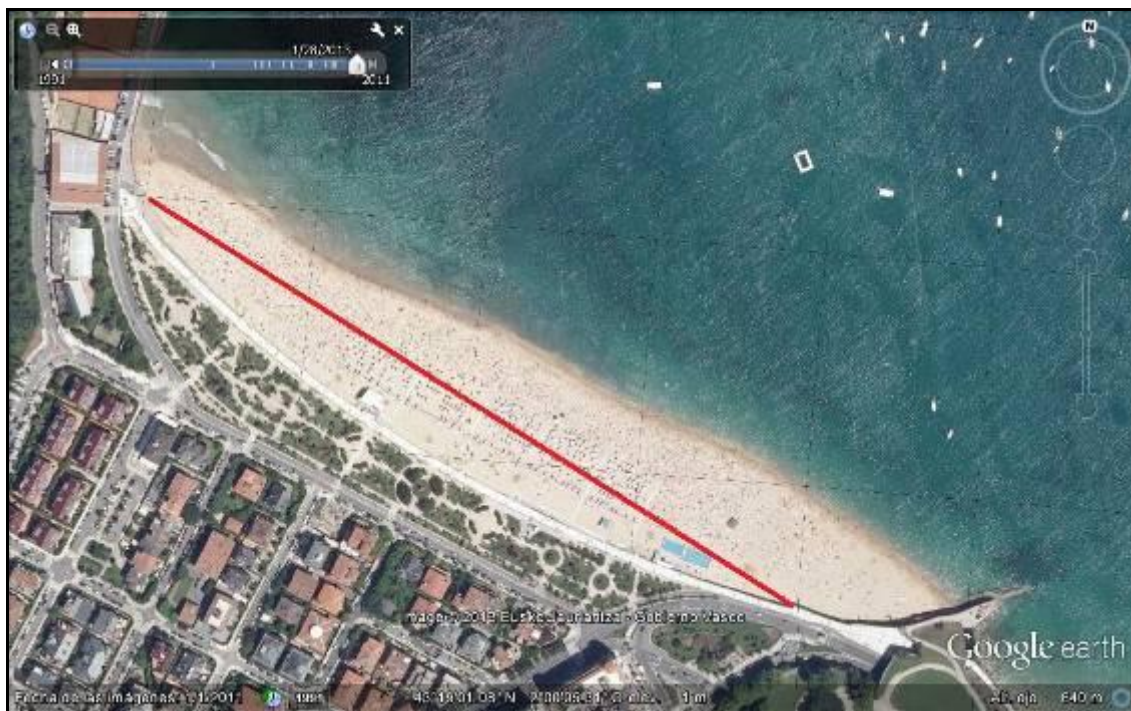


Figura 5. El trazado del antiguo muro de costa marcado en rojo (imagen de Google earth).

El muro de costa estaba muy expuesto al oleaje y su reparación, y la del terraplenado adyacente, era continua (Figuras 7 y 8). Al poco de su construcción incluso se tuvo que reforzar en su extremo sudoriental (Izaguirre, 1933). La dinámica del arenal, con períodos de sedimentación y erosión, condicionaba la exposición del muro de costa al azote del oleaje, y la propia accesibilidad a la playa desde el campo de maniobras, con mas o menos peldaños sepultados en las escaleras de madera. Los militares del campo de maniobras mantenían el muro de contención principal que se desplazó y derrumbó en varias ocasiones (Egaña, 2012). Al ser arreglos urgentes, generalmente se reparaban con ladrillos macizos u otros materiales de construcción disponibles, cuyos cascotes hoy en día se pueden apreciar distribuidos entre los escombros del pedregal de Ondarreta (Figuras 11, 12 y 13). Probablemente, los charcos y huecos que se formaban en el relleno del campo de maniobras se desecaban con aportes de escombros de demolición, principalmente ladrillos huecos. Finalmente en 1923, antes de la construcción del paseo con los jardines de Ondarreta en 1925, un fuerte temporal destruyó y arrastró parte del muro hacia el mar, dejando los cimientos al descubierto

(Figuras 9 y 10). Nunca se procedió a la retirada de los cascotes barridos por la acción del oleaje, con mayor o menor efectividad, poco a poco se hundían y la arena los cubría. Las piedras de arenisca del presidio se reutilizaron en nuevas edificaciones, pero las piedras planas del antiguo muro de costa no se retiraron, tras la demolición (1948-1954) gran parte se dispersaron y mezclaron con las rocas naturales de la orilla occidental.

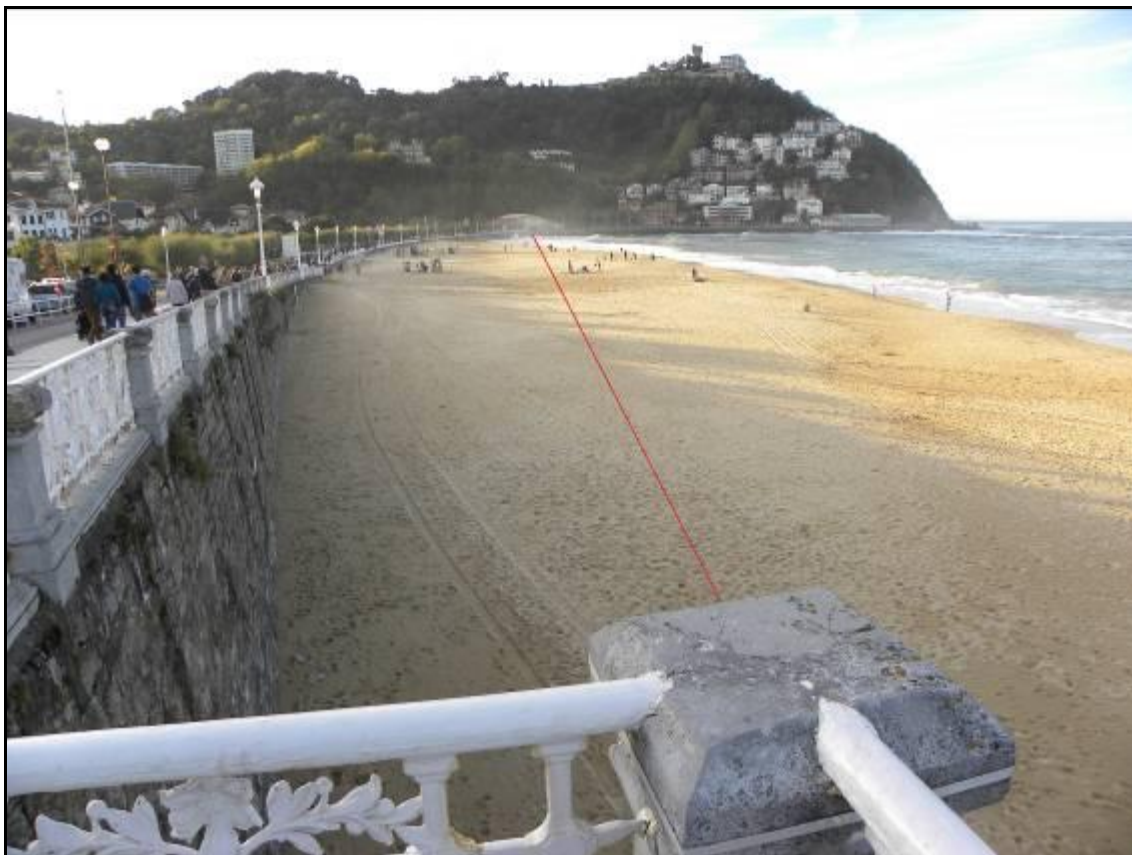


Figura 6. La línea roja marca por donde cruzaba la playa el muro guardamar.



Figura 7. Azote del oleaje contra el muro de costa del campo de maniobras.
Autor: Gregorio González Galarza. © de la fotografía Museo San Telmo.
http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es

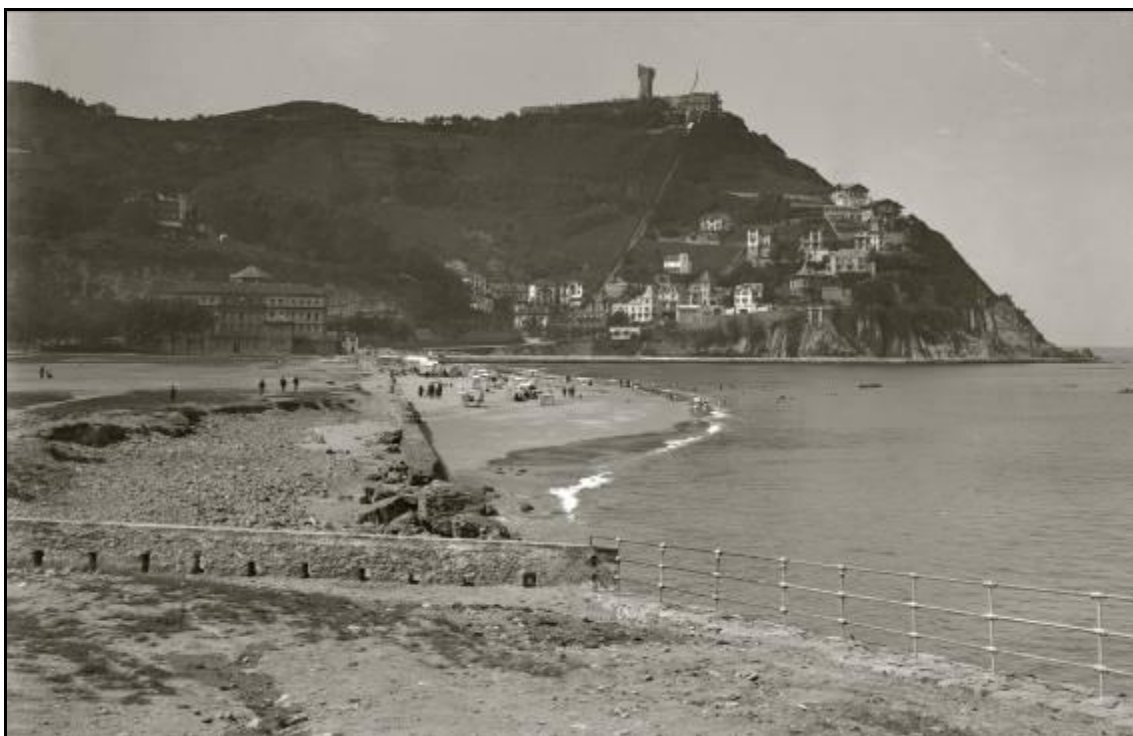


Figura 8. Destrozos visibles en el muro y el terraplenado.

Autor: Gregorio González Galarza. © de la fotografía Museo San Telmo.
http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



Figura 9. Destrozos en el muro de costa con la reina Maria Cristina visitando la playa tras el temporal en 1923. Autor: Pascual Marín. Archivo Kutxa Fototeka.

https://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/276829



Figura 10. La reina Maria Cristina (de negro y con sombrilla) sobre la cimentación desplazada del muro de costa en 1923. Autor: Pascual Marín. Archivo Kutxa Fototeka.

https://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/276831



Figura 11. Reparaciones similares con ladrillos macizos en el Macho del Castillo Roquero de Urgull.



Figura 12. Restauración parcheada del Castillo de la Mota.



Figura 13. Reparaciones cerca de Portaletas en la muralla del Muelle.

3.3. REGATA DEL GORGA

La regata del Gorga (Konporta), piscícola y navegable hasta principios del siglo XX, desembocaba en el extremo occidental hasta la construcción del colector de Tximistarri en 1973. El primer colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915) desviaba la salida del agua hasta el extremo noroccidental de la bahía, donde en 1977 se colocó el Peine del Viento. En 1675 el ayuntamiento enajenó los juncales a particulares. El Marqués de Iranda como único propietario (1773), construyó los canales y murallones de la desembocadura a su costa. La regata de Sanserreka (Gorgatxo), que desembocaba cerca de Loretopea (Figura 14), se desvió hacia la regata del Konporta en su tramo final en el siglo XVIII (1760-1788). La actividad de la cantera de Arbizketa, que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), provocaba continuos derrumbes que obstaculizaban e incluso obstruían la salida del agua, y el consiguiente estancamiento producía problemas con episodios de paludismo en la población (Figura 15), hasta que el ayuntamiento construyó un muro de contención (Figuras 16 y 17) y encauzó el tramo final en 1815 (Izaguirre, 1933; Muñoz, 2006), aunque los deslizamientos de ladera se prolongaron durante décadas hasta incluso la actualidad (Figura 18).

El proceso de colmatación de este rincón donde desaguaba el Gorga, riachuelo de poquísimos caudal, es el general en la bahías cerradas y estuarios abrigados. En estos lugares, el agua penetra con lentitud en la marea creciente y se retira, también despacio en la vaciante. El resultado que este alternado movimiento ocasiona es muy diferente del que produce en las playas abiertas a los vientos y las olas, en las que la arena es limpia y homogénea. La marea arrastra los lodos reunidos en los contornos y los deposita en el momento de la inacción de la pleamar y la bajamar. Las arenas fangosas quedan relegadas en las orillas, donde progresivamente se transforman en fango en el punto más elevado de la marea. Esta colmatación se manifiesta en todas las costas, donde las arenas de densidades diferentes son removidas por las mareas, introduciendo en espacios abrigados, materiales bastante ligeros para quedar en suspensión el tiempo necesario para la realización de un depósito. Es conocido que las areniscas eocenas de Igeldo contienen capas de arcillas incluidas entre sus estratos, siendo por tanto su disgregación tan notable generadora de lodos como de arenas.



Figura 14. Mapa de los contornos de la plaza de San Sebastián. Fecha 1760.

Fuente: Gómez Piñeiro, Javier *et al.* Documentos Cartográficos Históricos de Gipuzkoa, I: Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército. Diputación Foral de Gipuzkoa, Donostia: 1994, p. 191.

<http://www.altza.info/es/doku?z=3&p=1362435849269&o=6&n=map&h=&x=1384>

Sobre la formación del arenal de Ondarreta y su evolución puede interpretarse que apoyada en la punta rocosa de Loretopea, la sedimentación de las arenas fue formando una barra de origen marino sobre los fangos de sedimentación. Esta barra favoreció el depósito lodoso, que, detrás de ella debió acelerarse en consecuencia. El primer dato que existe, aunque se supone muy anterior, prueba que estaba ya emergida en 1569 puesto que para entonces ya existía el puente de Arbizketa, lo que indica que podía transitarse por el arenal por ella formado (Izaguirre, 1933).



Figura 15. *Plan of the Fortress of St. Sebastian, 1813.*

Localización: San Telmo Museoa.

http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013_nsf/twFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8Z7HUM&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8Z8CCW&idioma=cas&id=A397745



Figura 16. Regata de Konporta (Gorga) cerca de su desembocadura.

Autor: Gregorio González Galarza. Fecha: 1923.

Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080948>



Figura 17. Muro de mampostería caliza (1815) y muro de bloques “sillares” de piedra de arenisca (1912).



Figura 18. Desprendimiento de la ladera en la antigua cantera de Arbizketa o Arrobi en enero de 2013.

3.4. EXTRACCIONES EN LA PLAYA DE ONDARRETA

Desde tiempo inmemorial se realizaban extracciones de arena de las playas donostiarras (Figura 19) para lastre de barcos, para mezclas en las obras de construcción y para destinos agrícolas, bien para beneficiar las tierras arcillosas, con el 40% de carbonato que contienen aquellas, bien para cama del ganado como sustitutivo de la argoma, que la creciente expansión de los terrenos de cultivo había ido desterrando de las cercanías de nuestra ciudad (Izaguirre, 1933).

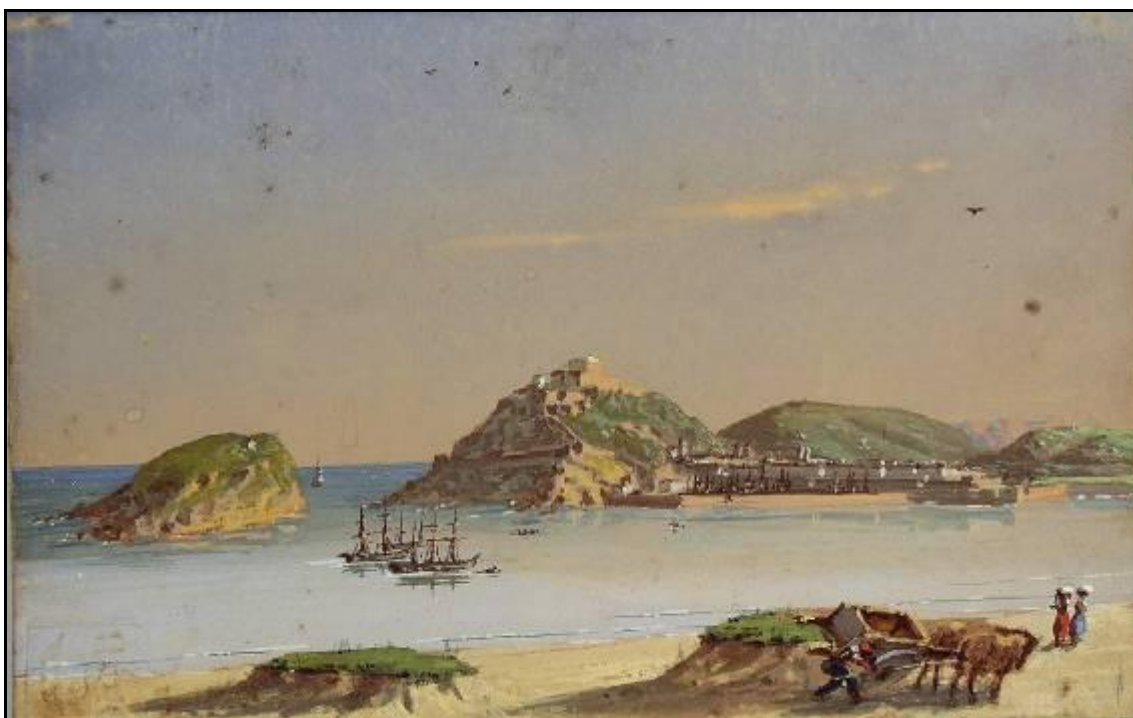


Figura 19. Extracciones de arena de la playa de Ondarreta.

Autor: Didier Petit de Meurville. Fecha: siglo XIX.

Localización: Diputación Foral de Gipuzkoa

http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWABL&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZTK6K&idioma=cas&id=A397745

Las extracciones de arena en grandes cantidades desde la playa de Ondarreta continuaron tras la construcción de campo de maniobras, mediante una rampa de acceso a la misma e incluso directamente desde el pretil del muro de contención.

En 1875, varios vecinos del barrio de Ibaeta, que a la sazón se surtían de arena de la playa de Ondarreta para abono de sus tierras, solicitaron que se dejara en el campo de instrucción el paso necesario para la extracción de aquella. Petición que fue

atendida con la construcción de una rampa en el extremo oriental del muro delimitador del campo.

Por aquel mismo tiempo, unos violentos temporales destruyeron parte del muro de la playa de Ondarreta, así como la rampa de bajada a la misma, lo que motivó, en 1885, una solicitud de arreglo elevada por los vecinos, para poder continuar la extracción de arenas, “que entonces se sacaba mucha”. Dicha restauración pedida no se llevó a cabo hasta dos años después (1887).

Pero esta rampa, cubierta a media marea, sólo podía ser utilizada en bajamar, por lo que los vecinos del Antiguo, Lugariz e Ibaeta, solicitaron una nueva rampa de bajada a la playa, a lo que se accedió.

En tanto se llevaba a la práctica este proyecto, se autorizó que las extracciones de arena, se realizaran directamente desde el pretil del muro de contención.

En 1896, con motivo de una autorización para extraer arenas de la playa de Ondarreta que le fue concedida por la autoridad Marina a la *Sociedad Brunet y Compañía*, propietaria de los terrenos de las primeras villas de Ondarreta, el Ayuntamiento pidió al Gobernador que se prohibiera tal extracción. La Comandancia de Marina alegó que la extracción sería beneficiosa, por la gran cantidad de arenas que se acumulaba en aquella playa, llegando a invadir y perjudicar el piso del Campo de Maniobras.

En 1911, el Ayuntamiento logró sus deseos y se prohibió la extracción de arenas de la playa del Antiguo, aunque las extracciones se prolongaron hasta 1916 (Figuras 21 y 22). Un vecino de este barrio, al protestar de esta orden decía lo siguiente:

“Cuando se ha tolerado la explotación de las canteras de Igeldo desde la playa, que enturbiaba con escombros, cuando hemos visto arrastrar peñas enteras, tierras y arena en vagonetas dejando aquello al descubierto, después de construir el elegante voladizo, las nuevas rampas salientes, el monumental establecimiento de baños, y haberse ejecutado otras obras, es pueril e inocente atribuir la causa de la probable variación de la estructura de La Concha a la arena que se llevan los caseros.

Por espacio de muchos siglos éstos han extraído arena desde el sitio de la prohibición sin que haya sufrido modificación la playa y con perdón de los técnicos, nos atrevemos a decir que por muchos años todavía acontecerá lo mismo. La ignorancia es atrevida, cierto, pero a veces el conocimiento práctico de las cosas supera a la mejor teoría.”

La fábrica de botellas Brunet se construyó en 1876, justamente al terminar la segunda carlistada. Para elevar un poco el nivel de la fábrica (pues siempre estaba presente en el Antiguo el temor a las inundaciones) se trajo material de relleno de la playa de Ondarreta (arena, tierra y piedras), en abundancia; y con este fin se instaló una pequeña vía férrea, estrecha, que llegaba hasta la fábrica por encima del arenal, con un ancho de vía de 0,80 m (Alvarez Emparantza, 1993).

La Compañía del Tranvía de San Sebastián se constituyó en 1881, y Ramón de Brunet formaba parte del Consejo de Administración en calidad de Presidente (www.spanishrailway.com). Sin duda alguna, los propulsores del tranvía tuvieron bien presente la existencia de esta fábrica; ya que colocaron el punto cero del recorrido Antiguo-Pasajes exactamente delante de la fábrica (Alvarez Emparantza, 1993).

En 1881, don Luis Lasquibar, solicitó de la Jefatura de Obras Públicas se le concediese autorización para extraer piedra de una cantera de Arroka-Aundi, donde en la actualidad está la Plaza del Funicular (Figura 20), y pasar por el arenal los carros con materiales extraídos. Ambas cosas le fueron concedidas, pero en relación con la primera se le prohibió tocar a los cantos de piedra que estaban esparcidos por la restinga y ribera de la boca de Igeldo (Izaguirre, 1933).

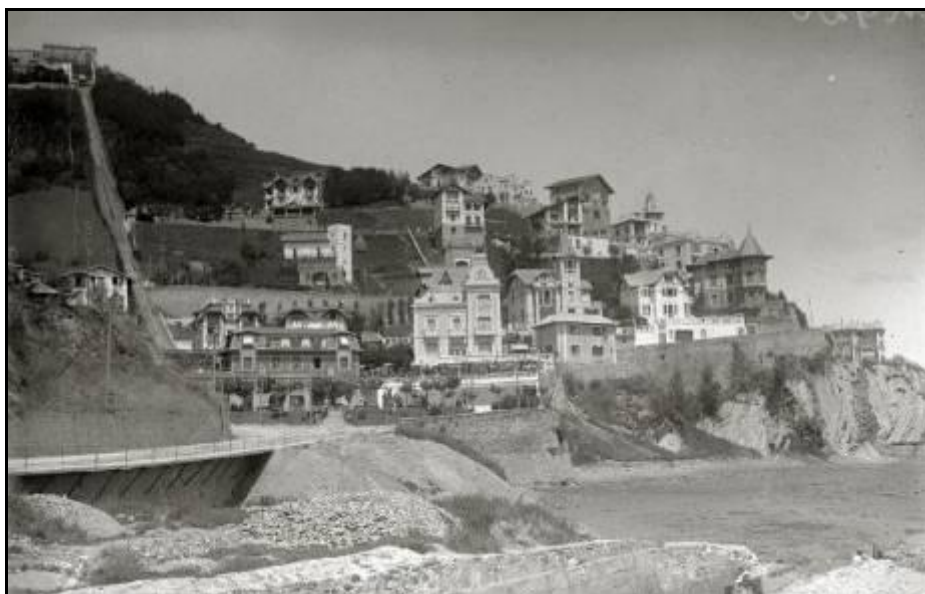


Figura 20. Plaza del Funicular en la falda del monte Igeldo. Fecha: 1920.

Fotografo: Ricardo Martín. Estudio Photo Carte.

Archivo: Kutxa Fototeka

http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/632



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



Figura 21. Punto de extracción de arena en la playa de Ondarreta.
Fecha: 1912-1915. Localización: Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082327>

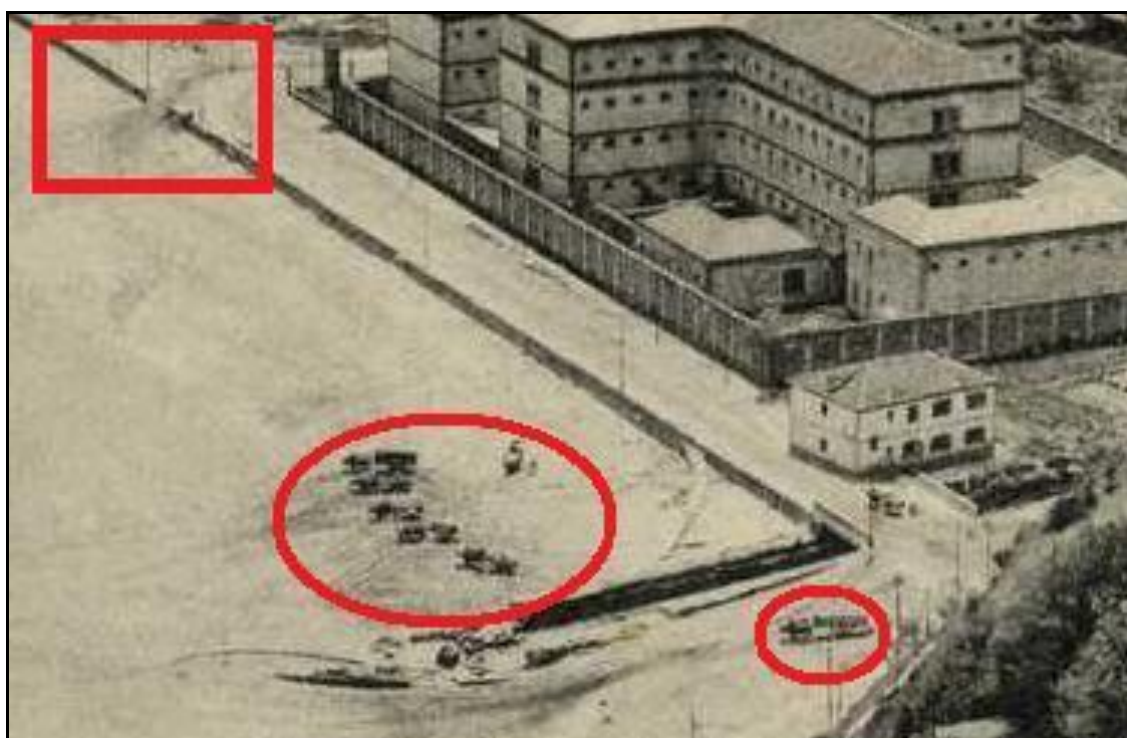


Figura 22. Punto de extracción de arena y posibles extracciones de arena con carros tirados por bueyes.
Fecha: 1912-1915. Localización: Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.
http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZYHAL&orden=36&idioma=cas&id=A397745

3.5. PILOTES DEL EXTREMO OCCIDENTAL DE ONDARRETA

Por otra parte, es habitual que en períodos en los que se produce una erosión del sector occidental de la playa de Ondarreta, como los sucedidos en el invierno 2012-2013, se produzca el afloramiento eventual de unos postes de madera en el extremo cercano a la Rampa del Tenis. La aparición ocasional de estas estructuras lígneas o de madera junto al lugar donde estuvieron los antiguos cimientos de la cárcel de Ondarreta, con datación radiocarbónica que estimaba la mayor probabilidad (41,5%) para la fecha de tala de la madera a la segunda mitad del siglo XVIII, se relacionó con la posible existencia de una nasa pesquera cuyo origen se retrotrae al siglo XI-XII (Alberdi, Pérez & Etxezarraga, 2005; Alberdi & Pérez, 2005).

La edad radiométrica no puede ser usada directamente como edad cronológica, porque la concentración de ^{14}C en la atmósfera no es estrictamente constante. Esta concentración varía en función de los cambios producidos en la intensidad de la radiación cósmica, que, a su vez, se ve afectada por variaciones en la magnetosfera terrestre y en la actividad solar. Además, existen importantes reservas de carbono en forma de materia orgánica, disuelta en los océanos, en sedimentos oceánicos (hidratos de metano) y rocas sedimentarias. Cambios en el clima terrestre afectan a los flujos de carbono entre estas reservas y la atmósfera, alterando la concentración de ^{14}C en ésta. Además de estos procesos naturales, la actividad humana también es responsable de parte de estos cambios. Desde el principio de la revolución industrial en el siglo XVIII hasta los años 50 del siglo XX, la concentración de ^{14}C disminuyó como consecuencia de la emisión de grandes cantidades de CO_2 derivado de la actividad industrial y la quema de grandes cantidades de carbón y petróleo. La datación radiocarbónica correcta es muy complicada porque las curvas de calibración no presentan cambios importantes y el error es más que significativo para los últimos siglos. Además, la cronología de la tala puede variar en decenas de años en función del lugar de toma de muestras del pilote, según se hayan recogido de la superficie o del interior del tronco (Iriarte, com. pers.).

En el plano de la Bahía de La Concha de 1788 (Figura 23) se puede observar que la antigua desembocadura de la regata del Gorga era contigua a la ladera que desciende del monte Igeldo, alejada en al menos 75 metros de los pilotes más occidentales y en

más de 125 m del posible vértice central de la hipotética parábola que pudieran formar los dos grupos de pilotes, por lo que la situación de la estructura no coincide con su posible funcionalidad de nasa pesquera para la captura de especies ictiológicas que penetran en los cauces fluviales desde el mar.

Los pilotes se distribuyen en dos grupos claramente diferenciados (Figura 24 y 25), que parecen corresponder a estructuras independientes. Ambas estructuras habrían sido diseñadas para salvar la diferencia de desnivel entre la playa y el campo de maniobras, siendo las relaciones estratigráficas posteriores a la construcción del antiguo muro de costa. Al tener que soportar gran peso, e impedir que se hundiera la infraestructura, en la base de los pilotes debería existir una superficie de contacto más ancha formada por una cimentación. La posición vertical en la que en todo momento han permanecido los pilotes durante decenas de años, desde la construcción de las estructuras, y pese a la influencia intermareal con desplazamientos de arena, confirma la existencia de algún tipo de cimentación a modo de zapatas o que estén clavados a gran profundidad. En terrenos estables los pilotes, por lo general, eran hincados a machina en el terreno (Asenjo, 2003). Una característica esencial sería confirmar si existe o no una cimentación, detalle que se omite en los informes de las excavaciones realizadas (Alberdi, Pérez & Etchezarraga, 2005; Alberdi & Pérez, 2005), así como sería determinante la probable presencia de cal hidráulica como material componente de dicha la cimentación, ya que la cal hidráulica fue elaborada por primera vez en Francia en 1821.

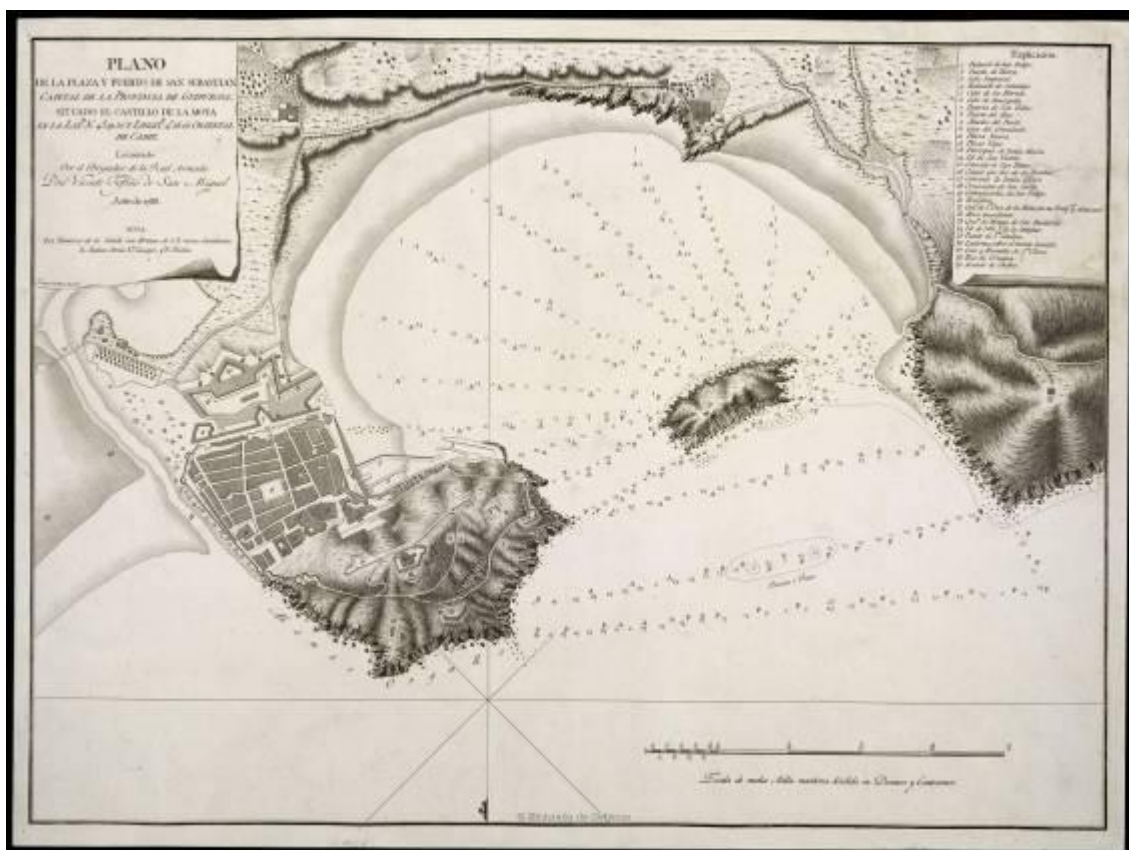


Figura 23. Bahía de La Concha. Cartas náuticas (1788). Escala 1:4800.
Levantado por el Brigadier de la Real Armada Don Vicente Tofiño de San Miguel.
Cartoteca del Centro Geográfico del Ejército
<http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=410042>

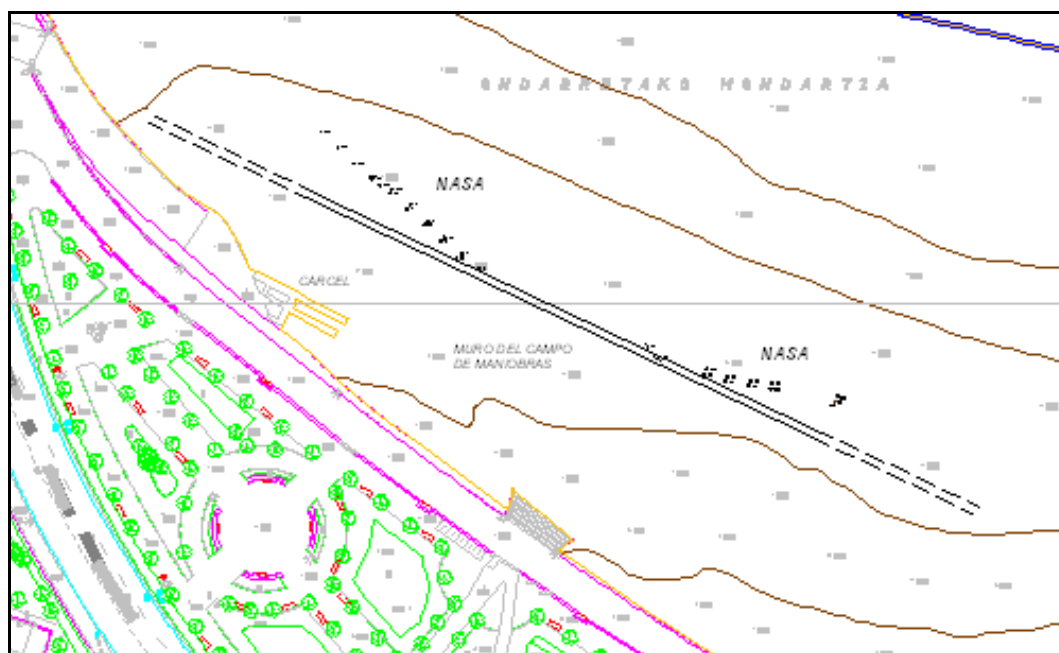


Figura 24. Planta de las estructuras (Alberdi, Pérez & Etxezarraga, 2005).



Figura 25. En rojo el trazado del muro guardamar y en azul los grupos de pilotes.

El primer grupo de pilotes (Figura 26) tiene una disposición lineal recta con dirección del noroeste al sudeste, y ligeramente en diagonal al antiguo muro de costa del campo de maniobras. En el invierno 2012-2013 estaba formado por 8 postes visibles de madera de roble (*Quercus robur*) de 25 cm de diámetro, distribuidos por parejas y en paralelo, separados entre sí por un espacio aproximado de un metro. La distancia entre parejas de pilotes se mantiene constante (aproximadamente 6 m).

El trazado rectilíneo se podría haber iniciado en la zona donde estuvo situado el caserío Arroka-Aundi (Izaguirre, 1933), en el extremo norte de la cantera de Arbizketa (actual plazoleta del Funicular), para finalizar quizá (con un último pilote en solitario) con la traviesa montada en el mismo borde del muro de costa de campo de maniobras. La estructura parece corresponder a los vestigios de la base o cimentación de los pilares de un puente de madera que soportaba una línea férrea ligera de vía estrecha, que alcanzaba la cota de +5 m para trasladar las piedras extraídas de la cantera mediante vagonetes, a través de la zona con influencia intermareal donde el suelo de arena era inestable, desde la cantera en explotación de Arroka-Aundi (1881) hasta la explanación a cota similar del campo de maniobras. El arenal lo atravesaría empleando únicamente traviesas como soporte, hasta las nuevas edificaciones del

barrio del Antiguo. Los vanos o distancia entre parejas de pilares se corresponden con la infraestructura de otros puentes similares de madera de la segunda mitad del siglo XIX (Asenjo, 2003), a los que habría que sumar otras partes constructivas que faltan de la superestructura del puente como las vigas principales, los diafragmas, y el tablero con sus traviesas y raíles. La técnica de acarreo de piedras por la marisma de Arroka-Aundi era la similar a la empleada en obras de desecación de otras zonas inundables de San Sebastián (Figura 28).



Figura 26. Grupo de pilotes occidental.

El segundo grupo de pilotes (Figura 27) tiene también una disposición lineal recta pero con dirección del noreste al sudoeste, y también ligeramente en diagonal al antiguo muro de costa del campo de maniobras. En el invierno 2012-2013 estaba formado por 10 postes visibles de madera de roble (*Quercus robur*) de 15 cm de diámetro, distribuidos principalmente por parejas y en paralelo, separados entre sí por un espacio de 0,8 m. La distancia entre parejas de postes ronda los 3 metros, y se observa un reforzamiento de la estructura dañada con algunos postes de reposición.

Por sus características y localización cercana al extremo nororiental de la cárcel del Ondarreta, a la altura en el que hubo una rampa cuando existía la cárcel (1925-1954) y donde en el archivo fotográfico se observan extracciones y depósitos de arena (Figuras 3, 8, 21 y 22), podría corresponder con una estructura, rampa de madera o similar con pendiente atenuada, quizá incluso dotada con raíles para el desplazamiento de vagonetas (*Sociedad Brunet y Compañía*, 1896), relacionada con la extracción y acarreo de arena, o incluso de acceso a la playa de las antiguas casetas de baño.

La presencia de más bases de pilotes dispersos está relacionada con los antiguos equipamientos y servicios para las variadas actividades de la playa.



Figura 27. Grupo de pilotes más oriental.



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences

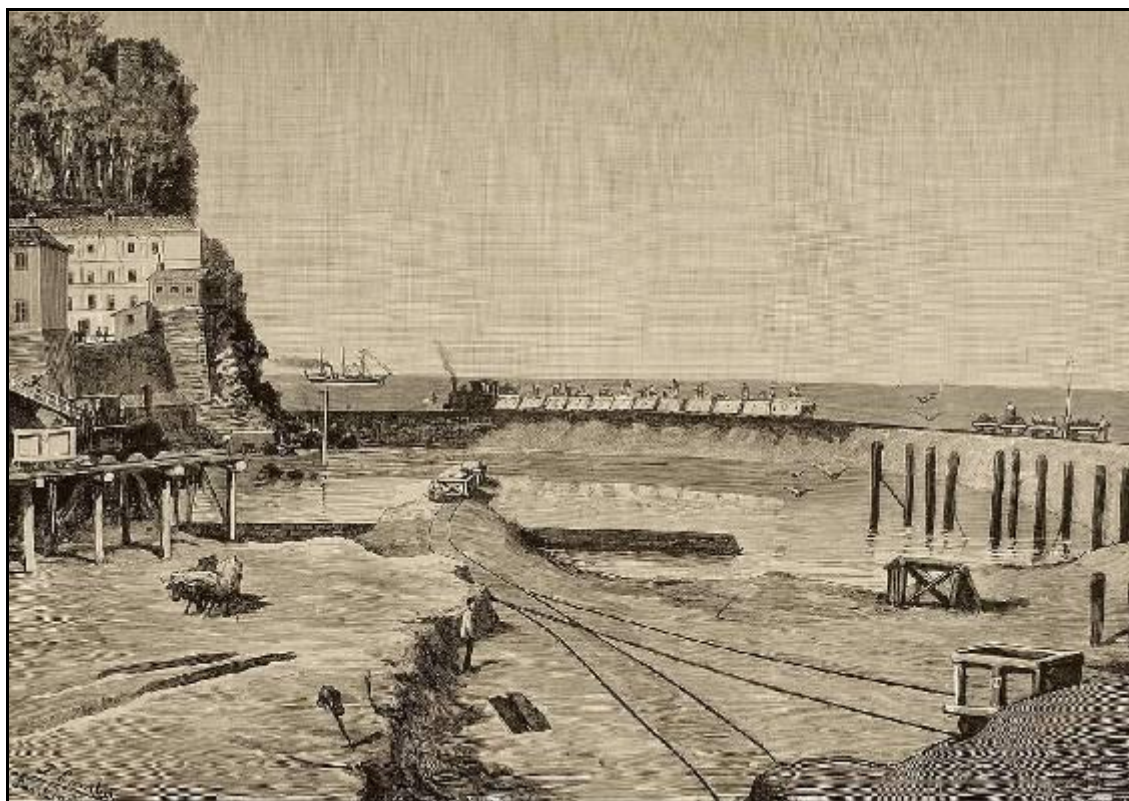


Figura 28. Obras públicas. *El ensanche oriental de la ciudad*. Fecha: 1884.

Autor: Juan Comba. Localización: Museo Naval.

http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8Z8F8M&orden=65&idioma=cas&id=A397745

3.6. AFLORAMIENTO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS

Los restos del muro de costa del campo de maniobras permanecen sin retirar bajo 3-4 metros de arena en el sector oriental de la playa, desde la altura de las cabinas hasta Loretopea.

Los temporales de principios de febrero de 2013 han arrastrado mucha arena hacia el interior de la bahía, lo que ha permitido que afloraran diversas estructuras localizadas en la explanación de lo que fue el antiguo campo de maniobras (Figura 29). En la zona cercana al lugar donde estaba situada la cafetería derribada en enero de 2012, además de varios pedazos de la plataforma de hormigón, con placas de pequeños cantos rodados incrustados, correspondientes a la cafetería construida en los años 70 del siglo pasado, y que permaneció hasta 1994, se han observado entre otras estructuras de hormigón y ladrillo, varios bloques de hormigón con un orificio rectangular en la cara superior dispuestos en dos líneas en paralelo. La revisión de fotografías antiguas de la zona, ha permitido confirmar que se trataba de las zapatas donde se insertaban los postes de madera de los pilares que sustentaban la grada norte cercana al muro de costa del campo hípico (Figuras 31 y 32), que se instalaba de manera provisional en agosto-septiembre con motivo del *Gran Concurso Hípico de San Sebastián (1902-1911)*. El servicio de mantenimiento de playas retiró dicha estructura y sus elementos asociados el 21 de febrero de 2013. Asimismo, el 12 de febrero de 2013 se localizó una granada de mano sin detonar y, tras dar aviso al 112 del SOS Deiak, la Ertzaintza se encargó de retirar el artefacto (Figura 30).



Figura 29. Cimentación alineada de las columnas del graderío norte del Campo Hípico de Ondarreta.



Figura 30. Granada de mano sin detonar.



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



Figura 31. *Gran Concurso Hípico de San Sebastián*. Editor: Gregorio González Galarza
Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081025>

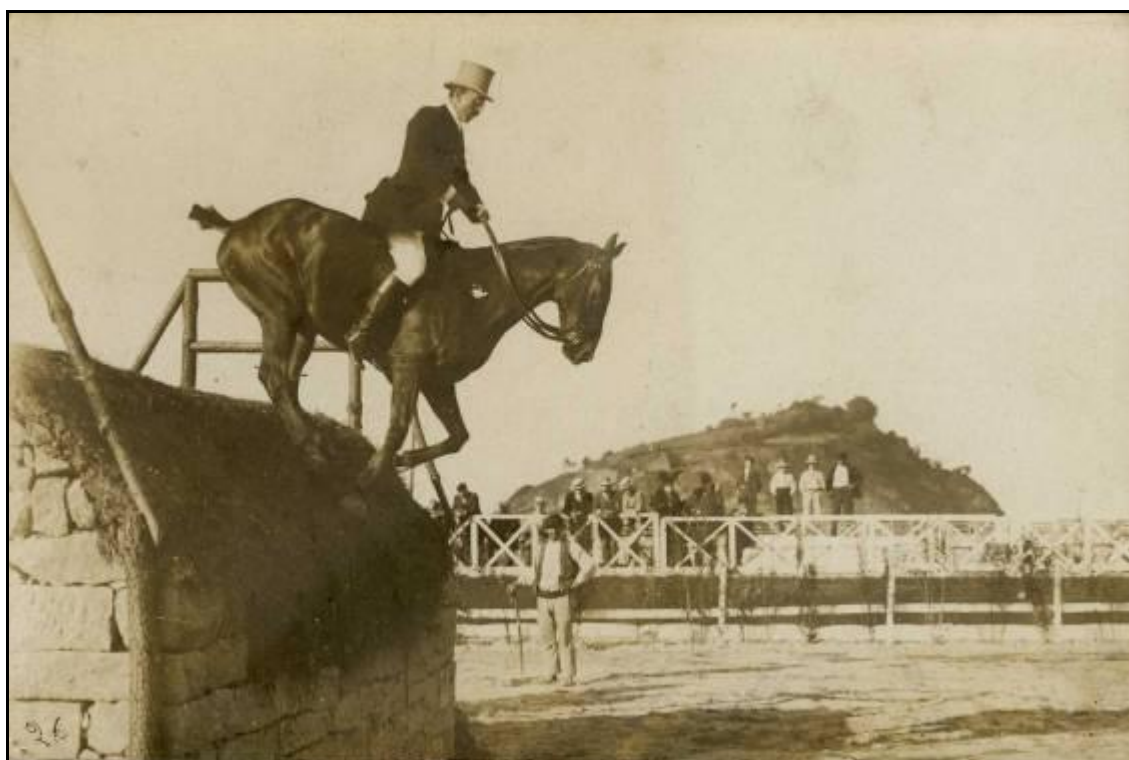


Figura 32. Salto de obstáculos en el Campo Hípico de Ondarreta, al fondo la grada norte.

Editor: Lyon: Société Lumière
Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081019>

3.7. DINAMICA DE LA ARENA EN LA BAHIA DE LA CONCHA

El trabajo principal de la marea es en general de acarreo y de depósito de todo lo que trae en suspensión. Las dos corrientes de la marea que penetran por las dos aberturas que bordean la isla, son las que conservando el fondo de la Bahía causan el arrastre de las arenas en la playa. Por esta razón se ve a veces una cantidad de arena recorrer la playa en uno u otro sentido, según que la corriente que penetre por uno u otro lado tenga mayor o menor intensidad (Otamendi -1892- en Izaguirre, 1933).

La marea y el oleaje interactúan entre ellos de una forma compleja, y principalmente su interacción se puede resumir en que el oleaje pone en suspensión el material, y las corrientes que produce cuando rompe en las cercanías de la costa son las mayores responsables del transporte de sedimentos en las playas. Las variaciones de los niveles del mar impuestas por la marea modifican la propagación del oleaje y, por lo tanto, en cada momento cambia la magnitud y la dirección del transporte debido al oleaje. Los perfiles de playas con marea significativas son muy distintos de los perfiles de playas sin marea. Las corrientes de marea interactúan con la propagación del oleaje representando una fricción añadida para el oleaje durante la fase de vaciante (Uriarte *et al.*, 2004). Las corrientes y el oleaje, que determinan la erosión y la sedimentación de la arena en la bahía de La Concha, están sujetas a los caprichos de la meteorología y a la conjunción de múltiples factores. Las direcciones de procedencias del oleaje pueden ser cíclicas o ser un proceso estocástico y las dominancias pueden variar, lo que define las zonas de erosión o sedimentación de la arena en la bahía, aunque las más frecuentes están comprendidas entre las direcciones W y NW.

En la época invernal se observa que el oleaje más frecuente se encuentra comprendido entre 1,5 y 2 metros de altura de ola, con período próximo a los 14 segundos. En primavera y otoño, el oleaje más frecuente es de 1,5 metros de altura y 12 segundos de período. Mientras que, en verano, la altura y periodo del oleaje más probable se reduce a 1 metro y 10 segundos, respectivamente (www.puertos.es).

En la playa de Ondarreta la distribución de altura de ola varía mucho con la marea, así en marea baja la altura disminuye paulatinamente al desplazarnos hacia el Oeste

hasta ser prácticamente nula en la zona del “Muro del Tenis”, mientras que en marea alta las alturas de ola son similares en ambos extremos con alturas inferiores en la zona central (Uriarte *et al.*, 2004).

3.8. PRESENCIA DE PIEDRAS MOLESTAS EN LA PLAYA

En el análisis de las series de imágenes históricas del campo de maniobras de Ondarreta (Anexo I), se observan los repetidos destrozos, con arrastre hacia la orilla de cascotes y posteriores reparaciones del muro de costa. Cuando la construcción del muro inicial era reciente, con niveles estivales de arena similares a los actuales en la zona de la orilla, no se aprecian cantos rodados. A medida que avanzan los años, y pese a la baja calidad de la imágenes, se aprecia un afloramiento de cascotes en la zona de la orilla cuando la marea estaba relativamente baja.

Lo mismo se desprende de los materiales examinados (Anexo II), en la parte baja del perfil (orilla) las piedras afloran entre las cotas +1 m y +2 m, y desde principios del verano de 2012 en la parte alta del perfil los cascotes con mayor tamaño medio y con cantos menos erosionados afloran entre las cotas +3 m y +4 m. La práctica totalidad se corresponden con elementos de construcción antiguos, aunque los más pequeños por su erosión podrían ser confundidos con cantos rodados o lajas desgastadas de una caliza margosa de origen natural, pero que en muchos casos conservan incluso restos de masa o mortero adheridos. El cemento que se aprecia corresponde con el tipo *Portland* en algunos de los cascotes (como los ladrillos), que pudieron ser utilizados en arreglos del murallón, pero sobre todo se aprecian incrustaciones de cal hidráulica en varios materiales de manpostería. Los escombros superficiales se mueven y erosionan a diario rozando e impactando entre ellos, cambiando de posición tanto horizontal como vertical, incluso en períodos de verano con mar en calma, lo que ha facilitado el análisis de los materiales. Los materiales que alcanzan la orilla quedan más expuestos a la acción del oleaje en plena rompiente y en pocos años se convierten en cantos rodados.

Los cascotes o escombros del antiguo muro de costa y del relleno para la explanación del campo de maniobras, arrastrados por el movimiento de la arena durante años se desplazan lentamente desde la zona alta de la playa hasta la orilla, donde sufren la erosión de las corrientes y del oleaje hasta convertirse en cantos rodados (Figura 33).



Figura 33. Materiales del Campo de Maniobras desplazándose por arrastre lentamente hacia la orilla.

Entre las piedras de orilla existen materiales pétreos heterogéneos con cantos rodados, como los ladrillos y el hormigón, cuyo origen antrópico no le generaría dudas ni tan siquiera a la persona más profana en la materia. Otros, por el contrario, corresponden a materiales de mampostería extraídos de las canteras disponibles en la zona, y que la acción erosiva de las corrientes y el oleaje los ha convertido en cantos rodados con el transcurso de los años. La clave estaría en la presencia de incrustaciones de mortero, en concreto de cal hidráulica empleada en la segunda mitad del siglo XIX, en aquellas piedras con cantos rodados que se asemejan a naturales, y también de piezas de mampostería con marcas de haber sido canteadas o esculpidas por canteros.

Las cotas en las que aparecen las piedras molestas (escombros), cotas entre +1 m y +4 m, son muy superiores a las que corresponderían a la base de gravas de la playa (cota <0 m), por lo que difícilmente podrían provenir de su removilización. Asimismo, la base de grava natural de la playa, que en el último siglo en ningún momento se ha observado en Ondarreta con la erosión natural de la arena, estaría cubierta de limos y

arenas, típicos depósitos estuarinos del Cuaternario, consecuencia del aporte de sedimentos marinos y de la regata del Gorga. Incluso hay vestigios de un antiquísimo cauce con desembocadura del río Oria en la bahía de La Concha, por Ondarreta (Barrios, 1985), bloqueado actualmente por la colina de Teresategi (67 m).

La presencia de piedras en las capas de arena de superficie, aunque tuviesen un origen natural, serían posteriores a la formación de la playa, por lo que no formarían parte del sustrato rocoso de la playa y su retirada no comprometería la estabilidad de la propia playa. La retirada de las piedras enterradas de ningún modo podría conllevar el arrastre de la arena con la consiguiente pérdida de material en dicha zona (Gyssels & Uriarte, 2005). Un cuerpo duro, como una piedra abandonada en la playa o un poste clavado en la arena, es obstáculo a la expansión regular de la ola que le aborda (Figura 34). La resistencia provocada por el objeto varado en la arena transforma el movimiento regular de la corriente bajada de la ola en un flujo turbulento en rotación espiral (vorticidad), con sentido dextrógiro por la margen izquierda y levógiro por la margen derecha, que levanta la arena asentada y provoca una retirada de arena en torno al cuerpo resistente, en forma de cubeta anular. Que la operación se haga sobre un simple guijarro, o bajo un casco de barco varado en la arena, el agujero se socavará según el mismo principio de erosión, y tendrá por ulterior efecto, sepultar el objeto motivo del trastorno (Izaguirre, 1933). Con la aparición de las primeras piedras este proceso de erosión se acelera de manera exponencial, cuantas más piedras afloran más turbulencias o torbellinos se producen y mayor volumen de arena es arrastrado por la bajada de la ola al interior de la Bahía, hasta que las corrientes determinadas y el oleaje con tendencia a la sedimentación de la arena revierten el proceso volviendo a cubrir las piedras.

En el supuesto hipotético de que en algún momento se haya podido producir una transferencia de materiales entre los horizontes superiores, donde se acumulan escombros, y los horizontes inferiores más profundos donde se encuentra la grava, y que parte de las piedras que afloran formaran parte de la base natural de la playa, se podría deducir que el intercambio habrá sido recíproco entre ambos estratos. La retirada de cascotes de ningún modo podría hacer peligrar la estabilidad de la playa (Gyssels & Uriarte, 2005), porque sería lógico pensar que el intercambio de materiales entre horizontes estaría compensado, ocupando los escombros los huecos liberados con el desplazamiento de las piedras naturales.



Figura 34. Cubeta anular por retirada de arena alrededor de los postes.

La presencia del relleno sedimentario estuarino está confirmada, y la hipótesis de que las piedras de la playa pudieran haber sido arrastradas a través de la marisma por el Gorga (Gyssels & Uriarte, 2005) y que sirve a su vez como medio poroso para el desagüe de escorrentía por la parte occidental de la playa se desvanece, al confirmar por el jefe de obra de *Ondarreta S.L.* (García, com. pers.) y el director de obra de *Antiguo Berri S.L.* (Goicoechea, com. pers.), que las piedras presentes en la playa de Ondarreta no atravesaron el estuario, porque en las excavaciones de urbanización en ningún momento aparecían piedras sueltas en el sedimento. En la zona de Ondarreta se alcanzó la cota -2 m con la excavación de la segunda planta de garajes (cota -4 m en la 3ª planta de garajes de la Plaza Reno) y en Benta Berri se alcanzó incluso la cota -5 m en la tercera planta de garajes de la Plaza Sagastizar. Se actuó sobre una superficie de 23.054 m² en la zona de Ondarreta y 28.100 m² en la zona de Benta Berri, y para la excavación de las plantas de garaje se removieron y examinaron 48.176 m³ de sedimentos naturales inalterados en Ondarreta, y otros 63.292 m³ en Benta Berri. La configuración de los estratos siempre mostraba el mismo patrón, por

debajo de 3-4 m de rellenos del último siglo aparecía una capa de fango muy denso y oscuro de entorno a 1 m de espesor y luego arena y más arena, entre 6-45 m de profundidad (cimientos) en Ondarreta, hasta alcanzar los estratos de roca que descendían desde la ladera de Igeldo, y alcanzar hasta los 40 m de profundidad de arena en Benta Berri. La única diferencia entre ambas zonas era la presencia de antiguas cimentaciones de las fábricas situadas en Benta Berri. Se demuestra que la disposición sedimentaria es similar al del resto de los estuarios de la cornisa cantábrica (Leorri, Cearreta & Milne, 2012; Iriarte, com. pers.). Además, en la zona de Ondarreta, hacia 1992 se desenterraron un esqueleto de ballena (*Balaenoptera physalus?*), y restos de antiguos barcos y embarcaderos de madera.

Tras 140 años de agresiones las autoridades apenas se han preocupado de retirar los cascotes de esta playa marginal. Un problema similar existió en el sector suroccidental de la playa de La Concha en la segunda mitad el siglo XIX. Las obras de construcción de la carretera de Andoain a Ventas de Irún (1847) y sobre todo la actividad de la cantera (1859) de la fábrica de cal hidráulica “La Fé” (Figura 35), situada en el paseo que hoy en día tiene el mismo nombre (Múgica, 1918), generaron escombros y provocaron desprendimientos en los acantilados costeros alterados. El problema se solucionó construyendo muros de contención y retirando las piedras con miles de carretadas (Izaguirre, 1933).

Asimismo, en 1910-1915 los temporales erosionaron la playa de La Concha, con puntos en los que el nivel de la arena bajó más de 3 m, y pusieron al descubierto pedruscos largos años escondidos. En total se retiraron unas 400 carretadas de piedras y dos de mineral de hierro, proveniente de Bizkaia, porque desde tiempo inmemorial las gabarras llamadas pleiteros o chanuqueros varaban en la playa, y al bajar la marea lo descargaban y lo transportaban fuera del arenal (Izaguirre, 1933). El extremo occidental de la playa de Ondarreta, donde en 2005 se realizaron labores de retirada de los antiguos cimiento de la cárcel de Ondarreta y se cribaron las piedras desperdigadas en el tercio occidental de la playa de Ondarreta (Gyssels & Uriarte, 2005), es precisamente el lugar donde se percibe menos piedras en verano, e incluso en invierno cuando la erosión de la zona es máxima.



Figura 35. Fábrica de cal hidráulica "La Fe".

Fotografo: Fondo Marín. Pascual Marín

Archivo: Kutxa Fototeka

<http://www.gureaipuzkoa.net/photo/1024070>



Figura 36. Panorámica de la playa de La Concha con Ondarreta al fondo.

En la playa de La Concha, donde hasta mediados del siglo XIX penetraban los estratos rocosos que descendían desde Miraconcha, y con cotas de nivel de arena inferiores a las de la playa de Ondarreta, ni siquiera en las mareas más bajas equinocciales de 0.00 m, en ninguna zona aparecen piedras (Figura 36).

A finales del mes de mayo de 2012, aconsejado por *Azti Tecnalia*, el Ayuntamiento decidió rebajar el nivel de la parte alta y redistribuir 18.000 metros cúbicos -35.000 toneladas- de arena en la orilla de la playa, con intención de reperfilar la playa tapando los cascotes y solucionar el problema; pero a los pocos días las piedras reaparecieron. Estos movimientos de arena han coincidido con un agravamiento del problema (Figura 37), porque ahora han aumentado los problemas de la orilla y han aflorado escombros de gran volumen en la zona alta; quizá al haber removido horizontes más profundos con las palas de las retroexcavadoras (donde permanecen ocultos más cascotes). Los restos del muro de costa retirados en 2005 podrían haber retenido durante décadas el desplazamiento de los cascotes del relleno del campo de maniobras hacia la orilla. En el seguimiento de las labores de retirada de los cimientos de la cárcel de Ondarreta, *Azti Tecnalia* ya indicaba la presencia de este material a una profundidad de entre +1 y +3 metros en la parte alta occidental de la playa, aunque se consideraba que las piedras formaban parte del sustrato de la misma playa y permitían que la playa mantuviese su perfil actual (Gyssels & Uriarte, 2005). La presencia de un manto protector de arena disipa la energía de los temporales del Cantábrico. Esta misma acción de eliminación de arena de la zona alta de la playa se pretende repetir en 2013, rebajando la barrera de protección actual, lo que podría comprometer la estabilidad del paseo de los jardines (cota +5 m), diseñado a cota de 7 m inferior al paseo de La Concha (cota +12 m), y afectar a las instalaciones fijas como paseo, cabinas, escaleras y rampas de acceso (Figuras 38, 39 y 40). También se abrieron pasillos entre las piedras durante el verano de 2012, para que los bañistas pudieran alcanzar la orilla, y se pretende estudiar la dinámica de la arena mediante tres cámaras fijas instaladas en lo alto del monte Igeldo.

Los estudios enfocados a analizar exclusivamente la topografía y la batimetría, así como el movimiento o distribución de la arena con medidas de los niveles, parten con un planteamiento inicial incorrecto y con conclusiones preconcebidas, limitándose a

una investigación teórica sin posibles aplicaciones prácticas, donde la supuesta falta de arena dejaría al descubierto un lecho de piedras considerado natural, “la base de gravas de la playa”, para lo que se proponen medidas provisionales como realizar aportes de arena para cubrir de manera temporal las piedras.

Para poder interpretar la dinámica natural de la masa de arena en la bahía de La Concha se tendría que realizar un seguimiento a largo plazo, mejor que durante unos pocos años o incluso meses, y no realizar modificaciones antrópicas constantes del medio que falsean los resultados, con aportes o movimientos arbitrarios de arena, que además alteran de manera artificial el equilibrio dinámico natural de la playa. Pero incluso realizando un monitoreo correcto, se considera que las conclusiones reflejarían que la arena va y viene de manera impredecible, y cambia brutalmente la fisionomía de la playa, con ciclos indeterminados, al ritmo de las olas y los temporales. Pequeñas alteraciones como los cientos de fondeos clandestinos repartidos por la bahía o los reforzamientos de las escolleras del *Aquarium* y el puerto de los últimos años, podrían tener su incidencia en el reparto y sedimentación natural de la arena, pero de ningún modo podrían explicar lo que está sucediendo con Ondarreta, porque el problema no es la distribución de la arena, el problema son los escombros que antes o después siempre afloran, al ser elementos extraños que ocupan un lugar que no les corresponde en este enclave. En definitiva, la playa tiene un exceso de acumulación de escombros que por medios naturales es incapaz de asimilar.



Figura 37. Situación de la playa de Ondarreta en el invierno de 2012-2013.



Figura 38. El oleaje moderado golpea el paseo de los jardines de Ondarreta en el extremo occidental.



Figura 39. Cimentación del paseo de los jardines de Ondarreta al descubierto.



Figura 40. Cimentación de las escaleras occidentales al descubierto.

4. CONCLUSIONES

4.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Tras el análisis de campo de los materiales, se estima que la casi totalidad de la masa de piedras molestas que afloran en el arenal de Ondarreta tienen un origen antrópico, y que en realidad se tratan de escombros generados por actividades humanas realizadas en el entorno sobre todo en los últimos 140 años. El resto, una ínfima fracción residual se podría corresponder con pequeñas piedras desprendidas y proyectadas de manera natural por la erosión del oleaje sobre los acantilados, las rocas sumergidas y la rasa intermareal.

Aproximadamente el 90-95% de los escombros son consecuencia de una actividad concreta; el campo de maniobras para la instrucción del ejército que se instaló en Ondarreta. El 5-10% de las agresiones restantes es de origen diverso, como los intentos de construcción del dique semisumergido “El Pasillo” en la entrada oeste de la Bahía (1820-1870), la cantera de Arbizketa o Arrobi que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), la cantera de Arroka-Aundi en lo que hoy es la plaza del Funicular (1881), el colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915), el paseo de los jardines y paseo del Tenis (1925)..., incluso una vía férrea estrecha (0,8 m) atravesaba el arenal para trasladar materiales primero hasta la fábrica de botellas de Brunet, para elevar un poco el nivel de la parcela (1876), y más tarde hasta la c/ Matia, y en épocas más recientes los cascotes sobrantes de la demolición de la plataforma ilegal de la cafetería de Ondarreta (1994), derrumbe de la rampa del Tenis (2009), y piedras sin cribar del aparcamiento de la plaza de Cervantes (2010).

En el Consejo Asesor de Medio Ambiente de Donostia-San Sebastián del 18 de julio de 2012, acta Nº 51, el representante de Aranzadi ratificó las afirmaciones del informe de noviembre de 2011 del *Servicio de Costas* de Gipuzkoa (www.noticiasdegipuzkoa.com), que aconseja extraer los escombros de la playa, la mayoría muy erosionados y confundidos con piedras naturales en los informes de AZTI Tecnalia, y disertó en torno al origen antrópico de las piedras de Ondarreta.

4.2. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROPUESTA DE ACTUACION

Los resultados del estudio sobre el origen de las piedras molestas son concluyentes, se considera que la práctica totalidad de las piedras son en realidad antiguos escombros. La alternativa ideal para eliminar la totalidad de los escombros y solucionar para siempre el problema, implicaría movilizar unos 120.000 m³ de materiales (arena y piedras), para mediante cribado extraer y retirar todas las piedras a la escombrera o reciclarlas en la construcción, pero su elevado coste sería complicado de asimilar en la actualidad para las administraciones implicadas.

La *Propuesta de Actuación*, más económica y ajustada a los recursos actuales, propone la retirada paulatina y repetida en el tiempo, mecánica o manual, de las piedras molestas que afloran integrada en el propio servicio de mantenimiento de la playa, tanto en invierno como en verano, cuando el nivel de la marea lo permita. De ningún modo se pretende que se retiren la totalidad de los cascotes, por su alto coste y porque algunos ya han sido arrastrados por las corrientes y están sumergidos de manera permanente, por lo que su eliminación resulta complicada.

En el mercado existe maquinaria agrícola, las despedregadoras, aperos acoplables a los tractores del servicio de limpieza de playas (Figura 41) que podrían facilitar dicha labor superficial de cribado. La tarea habría que prolongarla durante un período de 3-5 años para asegurar la retirada de la mayor parte de los escombros que afloran. Una vez realizada esta limpia se debería reperfilar la playa por empuje de la arena mediante máquinas topadoras (bulldozers), asemejando un perfil natural suave y de carácter disipativo, con suave pendiente continua desde la cota +4 m cercana al paseo (cota +5 m) hasta el límite inferior de la orilla con marea equinoccial de 0.00 m. Con esta acción de remover horizontes profundos es probable que aparecieran nuevas piedras (cascotes), que permanecen sepultadas en la zona alta de la playa bajo la capa superior de la arena, y que por supuesto también convendría retirar. Tras eliminar las piedras que afloran en la playa, habría que permitir que la dinámica natural de la playa siguiera su curso. El objetivo principal de la restauración sería restablecer los procesos y funciones ecológicas de la playa de Ondarreta, de tal manera que permitan el mantenimiento de un ecosistema autosuficiente integrado en el territorio.



Figura 41. Maquinaria adecuada para limpieza de las playas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al geólogo Dr. Eneko Iriarte Avilés del Departamento Ciencias Históricas y Geografía de la Universidad de Burgos por sus revisiones y consejos, y al profesor Dr. Alejandro Cearreta Bilbao del Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU su revisión crítica del manuscrito.

También quiero agradecer a todas aquellas personas e instituciones que me han ayudado y motivado en la realización de este estudio, por las aportaciones, datos, sugerencias, ideas, etc.

A Ana Juaristi del Servicio de Calidad Medioambiental y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, Cristina Malló y Teresa Ruiz del Servicio Provincial de Costas de Gipuzkoa, Carlos Olaetxea del Departamento de Cultura, Juventud y Deporte de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Francisco José Conde del Departamento de Documentación del San Telmo Museoa, Archivo Kutxa Fototeka, Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, álbum SIGLO XIX de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército, Galería de la Biblioteca Nacional de España, Untzi Museoa-Museo Naval de Donostia-San Sebastián, Fondo Araxes de Aranzadi Zientzia Elkarte, Adolfo Uriarte y Raúl Castro de Azti Tecnalia, Marko Sierra de Haritzalde Naturzaleen Elkarte, Juan Mari Beldarrain de Eguzki, Anaís Rodríguez, Fermín Leizaola, Juanxo Egaña, Rafael Zubiria, Francisco Etxeberria y Juanxo Agirre de Aranzadi Zientzia Elkarte, Pedro García de Ondarreta S.L., Manuel Goicoechea de Antiguo Berri S.L., Jesús Manuel Pérez Centeno de Zehazten Zerbitzu Kulturalak S.L., Hermenegildo Otero y Goñi, Ricardo Martín, Gregorio González Galarza, Pascual Marín (Marín Funtza), Didier Petit de Meurville, Vicente Tofiño de San Miguel, Juan Comba, Société Lumière (Lyon), José María Elósegui y Miguel Amiano.

A mi ama Marina y a mi esposa Izaskun Berakoetxea, por la atención que prestaron a nuestras hijas durante la redacción de este informe y su comprensión.

Con un emotivo recuerdo a mi aita Juan, quien me desveló las claves para interpretar el origen antrópico de las molestas piedras, dedico este estudio a mis hijas Irene y

Maitane, para que disfruten de un arenal en condiciones cuando el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián se rinda a las evidencias y se decida por fin a retirar los escombros de la playa de Ondarreta.

BIBLIOGRAFIA

ALBERDI, X. & PÉREZ, J.M. 2005. *Memoria arqueológica. Nasa de Ondarreta*. (Donostia-San Sebastián). ONA-05. Donostia-San Sebastián: Sociedad de Ciencias Aranzadi. (inédito). Gipuzkoako Foru Aldundiko Arkeologi Artxibategia/Archivo Arqueológico de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

ALBERDI, X.; PÉREZ, J.M. & ETXEZARRAGA, I. 2005. *Datación radiocarbónica y dibujo arqueológico. Estructura línea. Playa de Ondarreta (Donostia-San Sebastián)*. 2004. Donostia-San Sebastián: Sociedad de Ciencias Aranzadi. (inédito). Gipuzkoako Foru Aldundiko Arkeologi Artxibategia/Archivo Arqueológico de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

ÁLVAREZ ENPARANTZA, J. L. 1992. *Antigua 1900*. Argitalpen eta Publikapenen Gipuzkoar Erakundea. Gipuzkoa Donostia Kutxaren Kultur Ekintza. Kutxa Fundazio Sozial eta Kulturala. Donostia, 1992.

ASENJO, J.E. 2003. Los puentes de madera de la segunda mitad del s. XIX en la provincia de Guadalajara. *Informes de la Construcción*, Vol. 54, nº 483, enero- febrero 2003: 63-71.

BARRIOS, A. 1985. Estudio de los suelos de la llanura aluvial del río Oria (1983-1985). Instituto Geográfico Vasco (Ingeba).
(<http://www.ingeiba.org/ikerketa/suelos/suelo42.htm>)

BARRUSO, P. 2010. *San Sebastián en los siglos XIX y XX. Geografía e historia de Donostia-San Sebastián*. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba). Edición electrónica: octubre 2010. Donostia-San Sebastián. 2010.
(<http://www.ingeiba.org/liburua/donostia/46contem/46contem.htm>)

BORJA, A. & COLLINS, M. (Eds.). 2004. *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier Oceanographic Series. Amsterdam.

CEDEX. 2012. *Seguimiento de las playas de La Concha y de Ondarreta (San Sebastián) octubre 2010-2011*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Informe Técnico para el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Madrid, 2012.

C.G.S. 1991. *Geomorfología y Edafología de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa (Ed.). Dpto. de Urbanismo, Arquitectura y Medio Ambiente, Donostia.

EDESO, J.M. 2010. *Geología y geomorfología. Geografía e historia de Donostia-San Sebastián*. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba). Edición electrónica: octubre 2010. Donostia-San Sebastián. 2010.

(<http://www.ingeiba.org/liburua/donostia/3g fisica/32geolo.htm>)

EGAÑA, I. 2012. *Ondarreta la cárcel del salitre*. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Ayuntamiento de San Sebastián. Donostia, 2012.

GYSSELS, P. & URIARTE, A. 2005. *Labores de seguimiento y consultoría para el proyecto de acondicionamiento de la playa de Ondarreta en Donostia*. AZTI Tecnalia para Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Pasaia, 2005.

GÓMEZ PIÑEIRO, J. & SÁEZ GARCÍA. 2010. *Geografía e historia de Donostia-San Sebastián*. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba). Edición electrónica: octubre 2010. Donostia-San Sebastián. 2010. (<http://www.ingeiba.org/liburua/donostia/index.htm>)

IZAGUIRRE, R. 1933. Apuntes de historia donostiarra. Estudios acerca de la bahía de San Sebastián (*Transformaciones, reformas y proyectos*). Publicaciones de la Sociedad Oceanográfica de Guipúzcoa. Editorial Vasconia. Pasajes de San Pedro, 1933.

LEORRI, E.; CEARRETA, A. & MILNE, G. 2012. Field observations and modelling of Holocene sea-level changes in the southern Bay of Biscay: implication for understanding current rates of relative sea-level change and vertical land motion along the Atlantic coast of SW Europe. *Quaternary Science Reviews*, 42, 59-73.

MUGICA, S. 1918. *Minas. Geografía de Guipúzcoa (vol. 5). Geografía General del País Vasco-navarro (Autor: Francesc Carreras i Candi). (1915-1921).* Editorial: Alberto Martín. (<http://www.ingeba.org/klasikoa/geografi/mug101/m111132.htm>)

MUÑOZ, F. 2006. *La vida cotidiana en San Sebastián después de la destrucción de la ciudad 1813-1816.* Kutxa Fundazioa. Donostia.

URIARTE, A.; GALPARSORO, I.; GONZÁLEZ, M.; GYSSELS, P.; LIRIA, P.; CASTRO, R. & SANTIAGO, Z. 2004. *Estudio de la evolución a corto, medio y largo plazo de la playa de Ondarreta (Donostia-San Sebastián) y diseño óptimo de conservación.* Fundación Azti para Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Pasaia, 2004.

URIARTE, A. 2011. *Informe de actuaciones en la playa de Ondarreta desde 2004 hasta la fecha.* AZTI Tecnalia para Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, Concejalía de Infraestructuras y Servicios Urbanos. Pasaia, 2011.



ANEXO I



Ermita de la Virgen del Loreto y torre sobre Loretopea desde Ondarreta
Fecha: 19 Centuria
Archivo: Kutxa Fototeka
http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/177128



Vista de la ermita de la Virgen de Loreto y "Loreto-pea", actualmente palacio Miramar y el "Pico del Loro". Al lado de la ermita el "torreón de la antigua", fortificación de la segunda guerra Carlista.
Fecha: 19 Centuria (podría ser alrededor de 1874)
Fotógrafo: Martín Ricardo
Archivo: Kutxa Fototeka
http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/222



San Sebastián: Campo de Ondarreta
Fotógrafo: Marcel Delboy
Fuente: Biblioteca del Koldo Mixelena Kulturgunea
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080233>



Perspectiva de la playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo
Autor: Gregorio González Galarza
Fecha: Siglo XX (1912)
http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



La playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo
Autor: Gregorio González Galarza
Fecha: Siglo XX (1912-1919)
© de la fotografía Museo San Telmo.
http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



Playa de Ondarreta, en donde se ve el edificio que albergó la cárcel, y falda del monte Igeldo.
Autor: Martín Ricardo
Fecha: 1916
Fuente: Biblioteca del Koldo Mixelena Kulturgunea
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022624>



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



Playa de Ondarreta

Autor: Gregorio González Galarza

<http://www.el-trastero.eu/caddie/san-sebastian026-p-20656.html>



Vista del monte Igeldo y la playa de Ondarreta con la cárcel al fondo.
Playa de Ondarreta, en donde se ve el edificio que alberga la cárcel, y falda del monte Igeldo.

Autor: Martín Ricardo

Fecha: 1920

Fuente: Biblioteca del Koldo Mixelena Kulturgunea

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022529>



Vista general de la playa de Ondarreta con dos guardias civiles en primer término

Autor: Gregorio González Galarza

Fecha: Siglo XX (1921-1928)

© de la fotografía Museo San Telmo.

http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



Perspectiva de la playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo

Autor: Gregorio González Galarza

Fecha: Siglo XX (1922-1928)

© de la fotografía Museo San Telmo.

http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



Perspectiva de la playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo

Autor: Gregorio González Galarza

Fecha: Siglo XX (1922-1928)

© de la fotografía Museo San Telmo.

http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



San Sebastián: playa de Ondarreta y monte Igeldo

Editor: Fototipia de Hauser y Menet

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080196>



Vista general de la playa de Ondarreta y monte Igeldo

Autor: Gregorio González Galarza

Fecha: Siglo XX (1921-1928)

© de la fotografía Museo San Telmo.

http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es



Playa de Ondarreta

Autor: Desconocido.

Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1027780>



San Sebastián : playa de Ondarreta e Igeldo

Autor: Desconocido.

Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080217>



Playa de Ondarreta y monte Igeldo

Autor: Pascual Marín

Archivo: Kutxa Fototeka

http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/630



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080189>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080188>



<http://www.todocoleccion.net/postal-antigua-san-sebastian-playa-ondarreta-monte-igeldo-hauser-menet-panoramica-x16122753>



<http://www.todocoleccion.net/4301-postal-san-sebastian-400-playa-ondarreta-foto-galarza-x25672347>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080195>



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/334089



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080192>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082379>



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/78498



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081018>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1027814>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022625>



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47431



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47433



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47434



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080845>



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/twFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZYHAL&orden=36&idioma=cas&id=A397745



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082327>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082354>



[http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=001471&codigo=1471&pag=1&texto=Antiguo%20\(Donostia\)%20-%20Gipuzkoa](http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=001471&codigo=1471&pag=1&texto=Antiguo%20(Donostia)%20-%20Gipuzkoa)



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/2819



ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022393?lang=es>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022335?lang=es>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081578>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022729>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081023?lang=es>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022713?lang=es>



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/106059



http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/106061



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=002956&codigo=2956&pag=5&texto=Paisaje%20natural-Playas>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=002891&codigo=2891&pag=2&texto=Paisaje%20natural-Playas>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=003816&codigo=3816&pag=32&texto=Donostia-S. Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=003762&codigo=3762&pag=2&texto=Paisaje%20natural-Arenales>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=003437&codigo=3437&pag=28&texto=Donostia-S. Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=000051&codigo=51&pag=1&texto=Donostia-S. Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=001535&codigo=1535&pag=8&texto=Donostia-S. Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=003777&codigo=3777&pag=31&texto=Donostia-S. Sebastian%20-%20Gipuzkoa>

ANEXO II

SITUACIÓN DE LA PLAYA DE ONDARRETA EN 2012-2013





ARANZADI

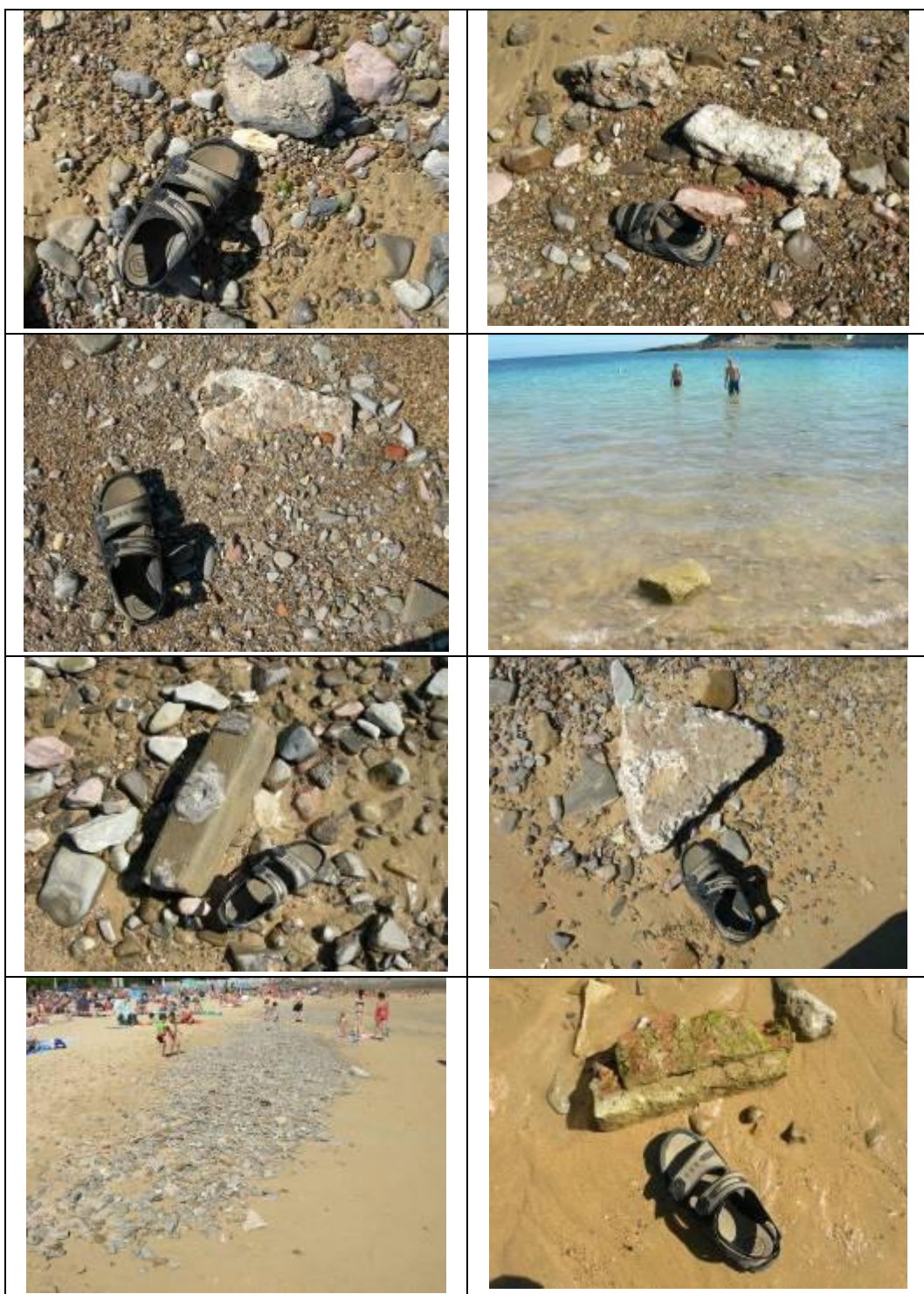
zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

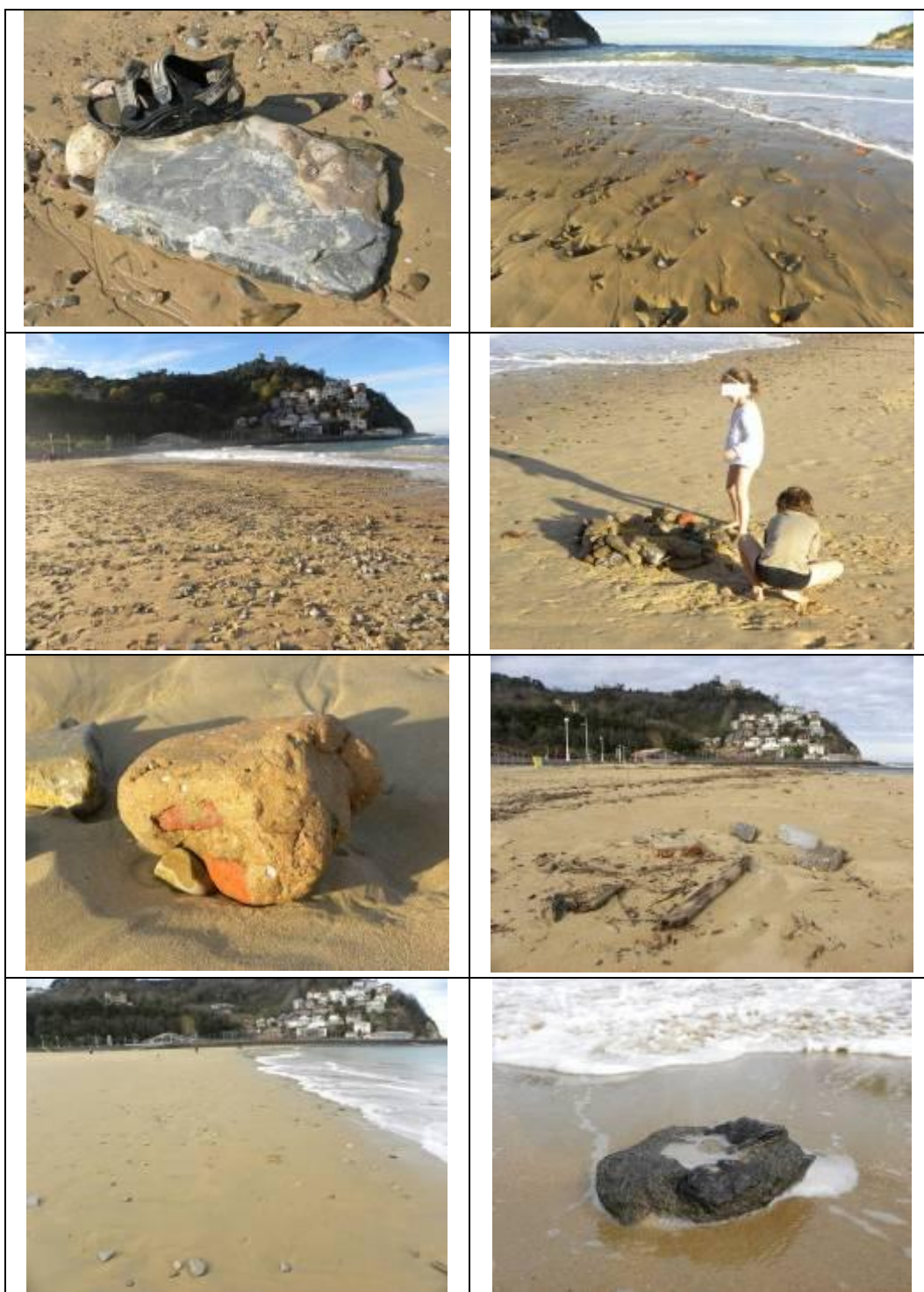
zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

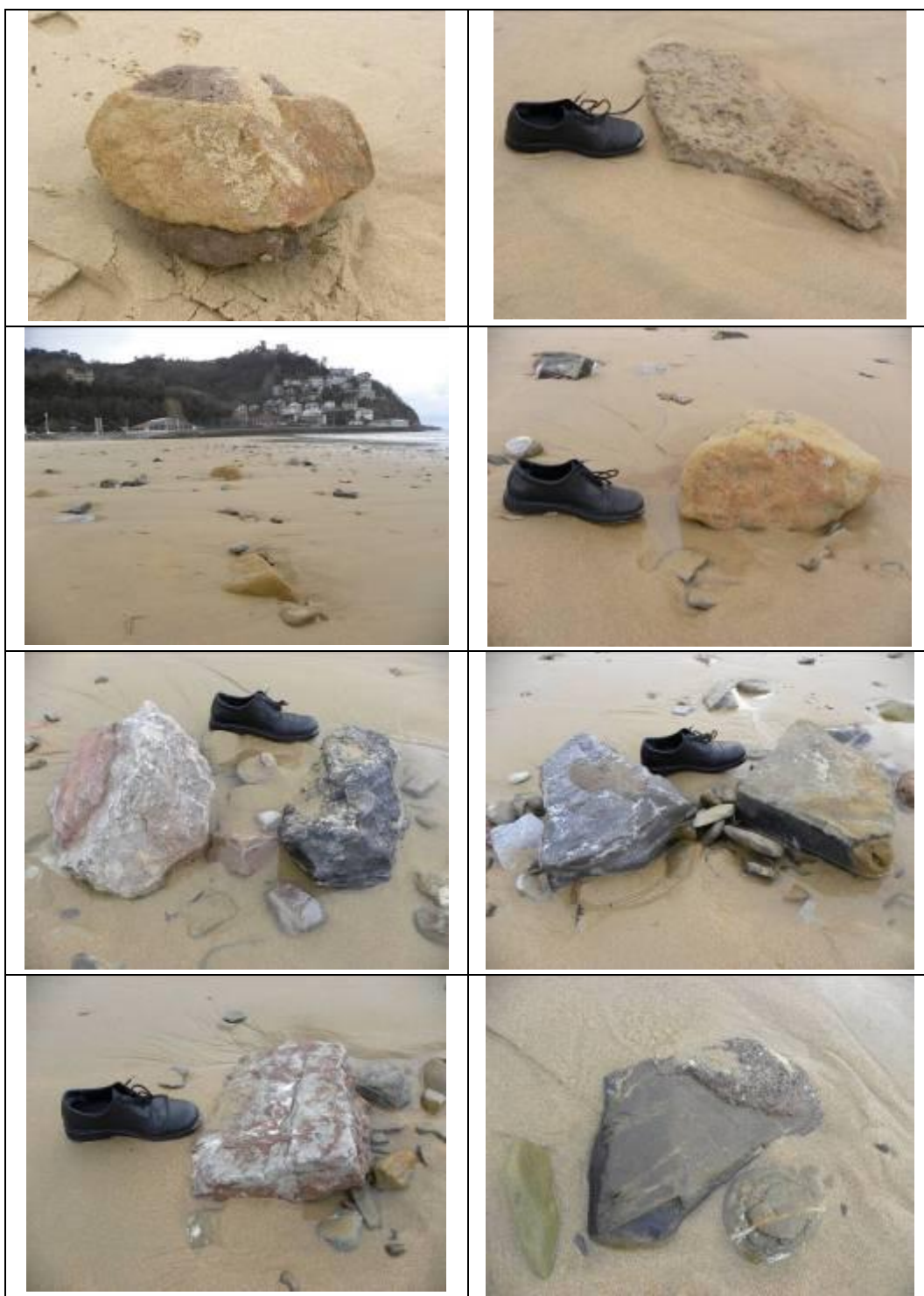
zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

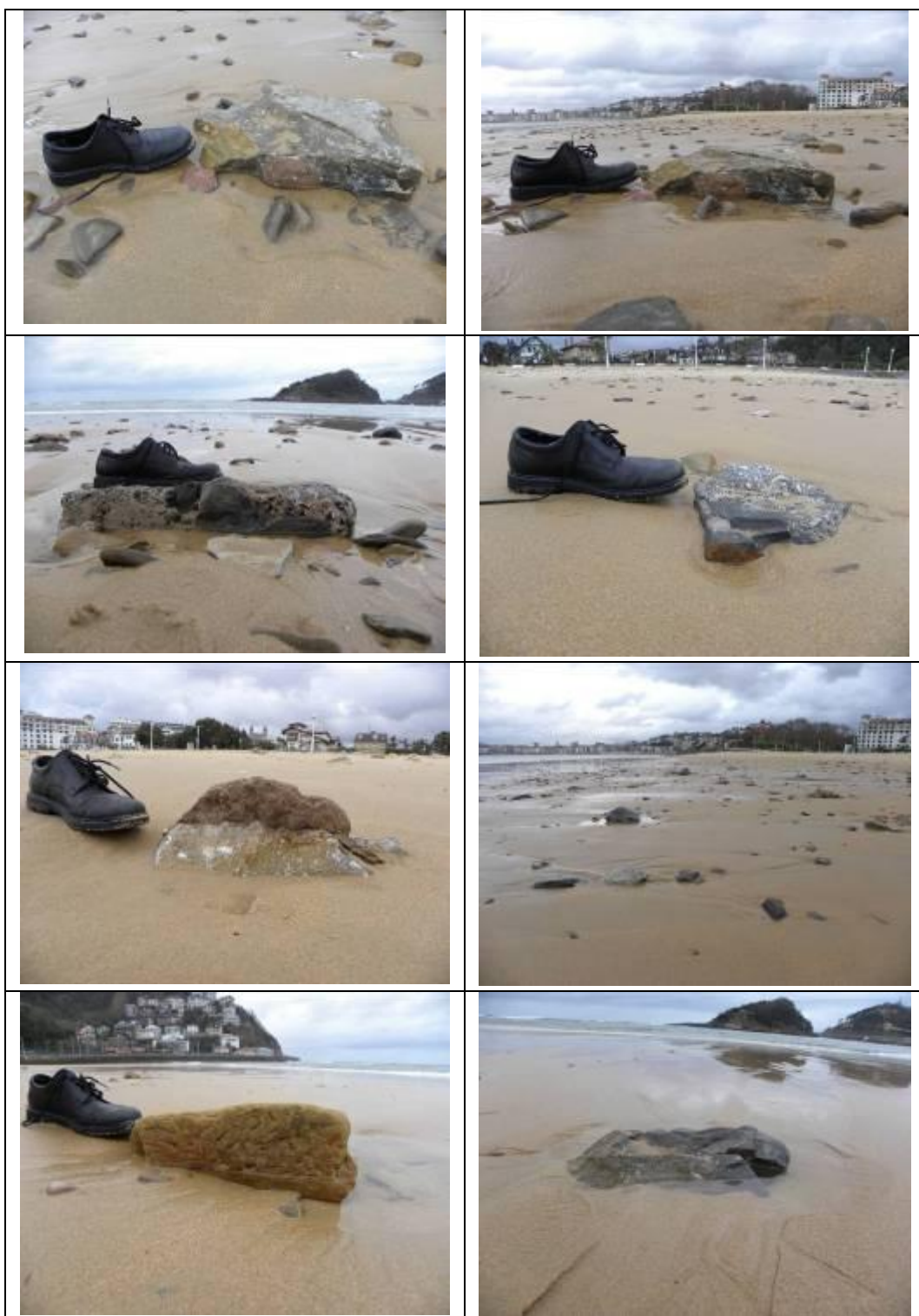
zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

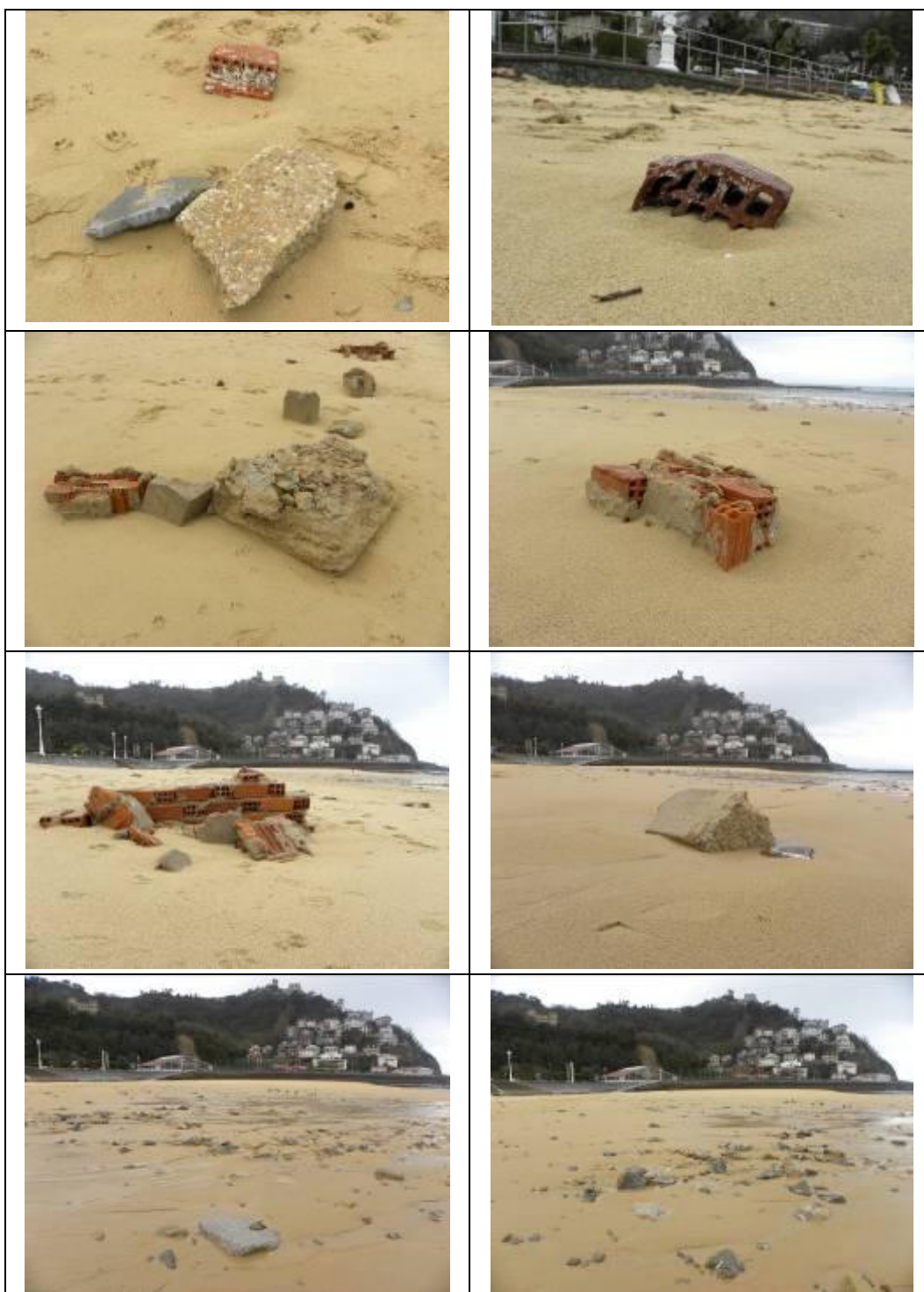
zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences





ARANZADI

zientzi elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences

