



# Indice

<b>1. Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1. La “norma individuale” . . . . .	2
1.2. Scopo della tesi, materiali e metodi . . . . .	4
1.2.1. Disegno sperimentale . . . . .	5
<b>2. Cenni di storia della cefalometria</b>	<b>7</b>
2.1. Misure e proporzioni . . . . .	8
2.2. Dal Rinascimento al ventesimo secolo . . . . .	11
2.2.1. Il ventesimo secolo . . . . .	18
2.3. La divina proporzione . . . . .	20

*Indice*

<b>3. Crescita cranio-facciale</b>	<b>22</b>
3.1. Corrente di pensiero genetica (1931-1946) . . . . .	23
3.2. Corrente di pensiero funzionalistica (1945-1990) . . . . .	25
<b>4. Analisi di Downs</b>	<b>32</b>
4.1. Misurazioni ossee . . . . .	33
4.2. Misurazioni dentali . . . . .	36
<b>5. Analisi di Steiner (secondo Giannì)</b>	<b>39</b>
5.1. Analisi scheletrica . . . . .	40
5.2. Analisi dentale . . . . .	49
5.3. Analisi dei tessuti molli . . . . .	54
<b>6. Analisi di Ricketts</b>	<b>57</b>
6.1. Punti cefalometrici . . . . .	57
6.2. Analisi craniofacciale . . . . .	59
6.3. Analisi del sistema scheletrico . . . . .	63
6.4. Analisi dentale . . . . .	64
6.5. Rapporti dento-scheletrici . . . . .	66
6.6. Analisi estetica . . . . .	67

*Indice*

<b>7. Analisi delle controparti di Enlow</b>	<b>69</b>
7.1. Punti di repere . . . . .	70
7.2. Punti, piani ed angoli nel tracciato funzionale . . . . .	72
7.3. Punti, piani ed angoli nel tracciato neutro . . . . .	74
7.4. Analisi statica del tracciato cefalometrico . . . . .	75
7.5. Analisi dinamica del tracciato cefalometrico . . . . .	81
<b>8. Analisi proporzionale di Coben</b>	<b>83</b>
8.1. Analisi della profondità . . . . .	85
8.2. Altezza facciale . . . . .	91
8.3. Analisi dentale . . . . .	94
8.4. Profilo . . . . .	97
<b>9. Analisi architetturale di Delaire</b>	<b>100</b>
9.1. Analisi del cranio . . . . .	101
9.2. Analisi facciale . . . . .	103
9.3. Analisi dentale . . . . .	108
<b>10. Analisi di Sassouni</b>	<b>110</b>

<b>11. Discussione</b>	<b>113</b>
11.1. Strumenti statistici . . . . .	113
11.2. Classe scheletrica . . . . .	117
11.3. Rotazione del piano occlusale . . . . .	117
<b>12. Conclusioni</b>	<b>121</b>
<b>A. Radiografie e tracciati</b>	<b>123</b>
<b>B. Misurazioni</b>	<b>240</b>
<b>C. Punti di repere cefalometrici</b>	<b>246</b>
<b>D. Ringraziamenti</b>	<b>252</b>

# 1. Introduzione

La *cefalometria* è uno strumento incomparabile di studio, di diagnosi, di pianificazione di trattamento e di valutazione della crescita, con o senza trattamento. Essa è principalmente usata in Ortodonzia, ma anche in Chirurgia Maxillo-Facciale, in Pedodontia, in Protesi o in Chirurgia Plastica. Si tratta di un metodo con il quale si risale dall'effetto alla causa per studiare la situazione in dettaglio. È per questa logica che noi possiamo tentare di scoprire la vera eziologia di alcune patologie, non rilevabile superficialmente.

Il concetto di normalità in biometria è una nozione difficile da definire, ma che potrebbe definirsi come appartenente alla norma statistica. La norma ideale corrisponde ai valori medi della media aritmetica. L'intervallo di dispersione della normalità è abbastanza vasto e raggruppa quasi il 70% della popolazione di cui una delle estremità possiede delle tendenze Brachifacciali e l'altra delle tendenze Dolicofacciali.

È per questo motivo che, nel corso degli anni, alcuni Autori hanno ideato tecniche cefalometriche atte ad *individualizzare* il processo diagnostico, non affidandosi più a medie statistiche di popolazione, ma sfruttando le proporzioni esistenti tra le varie componenti dell'apparato stomatognatico.

## 1.1. La “norma individuale”

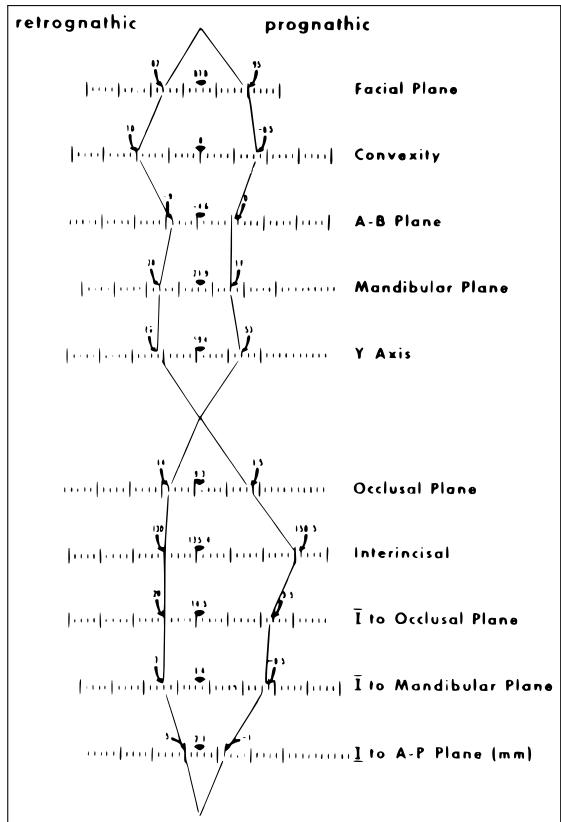
Con un appropriato utilizzo, i tracciati cefalometrici possono notevolmente migliorare la diagnosi e la pianificazione del trattamento ortodontico. Vengono però principalmente utilizzate per scopi descrittivi. Dei tracciati individuali vengono paragonati con un *pattern facciale medio*, e le differenze richiedono una considerevole interpretazione. Bisogna tuttavia notare come le variazioni individuali nella posizione dei *punti di repere* facciali rendano il *pattern facciale medio* forse irreperibile nella popolazione, ma tuttavia un utile mezzo di riferimento anche se a rischio di incorrere in eccessiva semplificazione.

La prima analisi cefalometrica sviluppata negli Stati Uniti d'America fu quella di Dowsns<sup>1</sup>, che mirava ad illustrare la *diffusione* di tutte le misure di un individuo, disegnando questi valori su un grafico a  $\pm 1$  e  $\pm 2$  deviazioni standard da una linea verticale che rappresentava il punto centrale della distribuzione di ogni variabile (fig. 1.1). Quest'analisi

---

<sup>1</sup>biblio 46

enfatizzò la consistenza delle differenze individuali attorno alla media statistica, e aiutò a sviluppare modelli di studio dello sviluppo individuale della faccia che erano spesso più realistici dei risultati cefalometrici.



**Fig. 1.1.:** L'analisi di Downs enfatizza le variazioni individuali dal pattern facciale medio. Può servire come una guida all'interpretazione di analisi cefalometriche per realizzare piani di trattamento più conformi alla realtà.

co diventa un'equazione complessa. Diventa necessario identificare diverse incognite per determinare le indicazioni, e le controindicazioni, di un trattamento, e gli obiettivi dello

Considerato che la correzione dei dismorfismi è basata sulla premessa che, con la normalizzazione della dentatura e della faccia, si migliori la funzionalità generale, la terapia è condizionata dalle caratteristiche individuali del pattern facciale del singolo paziente. In altre parole, è la **norma individuale** a determinare il piano di trattamento, così come enfatizzato da Andresen nel 1931<sup>2</sup>.

Una volta riconosciuto il concetto di norma individuale, il processo diagnosti-

<sup>2</sup> Andresen, "Normbegriff und Optimumsbegriff", "The individual gnathological optimum".

stesso in termini di necessità e benefici. L'ortodontista deve quindi valutare:

- l'impatto psicosociale dei cambiamenti dentofacciali;
- l'impatto psicologico della malocclusione sulla funzionalità labiale, i movimenti mandibolari, la respirazione, la crescita e lo sviluppo, la masticazione e la salute orale;
- gli aspetti anatomici del disallineamento dentale, dell'occlusione e delle relazioni dentali, della forma, disarmonia o dell'asimmetria facciale, e della configurazione dei tessuti molli.

In breve, la diagnosi deve basarsi sulla valutazione del paziente *in toto*, non escludendo alcun ambito. La pianificazione del trattamento deve basarsi sul conseguimento di un *optimum* estetico e funzionale per ogni singolo paziente, piuttosto che l'aderenza a norme codificate. L'occlusione ideale, e la divina proporzione, possono quindi essere, al più, degli indicatori della giusta direzione da intraprendere.

## **1.2. Scopo della tesi, materiali e metodi**

Questo studio si propone quindi di presentare alcune tecniche di analisi cefalometrica, di seguito definite *proporzionali*, e di valutarne il differente impatto in termini diagnostici

rispetto a quelle tecniche che si basano su *valori ideali* comuni per tutti, statisticamente rilevati.

In particolare, verranno prese in esame, a livello teorico, le seguenti tecniche:

- analisi statistiche
  - Downs
  - Steiner (secondo Giannì)
  - Ricketts
- analisi proporzionali
  - analisi delle controparti di Enlow
  - analisi proporzionale di Coben
  - analisi architetturale di Delaire
  - la rosa dei venti di Sassouni

### **1.2.1. Disegno sperimentale**

Verranno prese in esame 29 teleradiografie in proiezione latero-laterale con craniostato, e di ognuna verrà effettuata un'analisi di tipo statistico (Giannì), e una di tipo proporzionale (Enlow, Coben). Queste verranno quindi comparate in termini diagnostici.

Per quanto riguarda la classe scheletrica, saranno presi in considerazione anche l'indice Wits<sup>3</sup> e gli appropriati valori dell'analisi di Ricketts. Scopo della tesi è quindi di valutare l'eventuale concordanza o discordanza tra le diverse analisi cefalometriche considerate.

---

<sup>3</sup>Jacobson, “The Wits appraisal of jaw disharmony”.

## **2. Cenni di storia della cefalometria**

Storicamente, la forma umana è stata misurata per diversi motivi: la scultura, il disegno o la pittura; oppure la relazione tra la forma e la salute, il temperamento, o i tratti comportamentali.

Gli ortodontisti e i chirurghi plastici e maxillo-facciali hanno contribuito a questi sforzi con i loro studi sul volto e il profilo umano, alla ricerca di linee guida per il chiarimento della natura dei dismorfismi facciali e la correzione delle malocclusioni. I principi base per questi studi sono stati enunciati fin dall'antichità.

Le radici della cefalometria affondano quindi nell'arte antica, grazie agli studi effettuati da artisti-scientifici che andavano alla ricerca della forma perfetta.

## 2.1. Misure e proporzioni

Ritrarre la forma umana richiede non solo talento artistico e capacità tecniche, ma anche uno stile consistente e disciplinato. Per assicurare queste premesse, gli antichi Egizi svilupparono un sistema quantitativo che definì le proporzioni del corpo umano, da usare quando venivano commissionate immagini regali e divine. Questo sistema divenne noto come *canone*<sup>4</sup>.

La teoria delle proporzioni, secondo Panofsky<sup>5</sup>, è un:

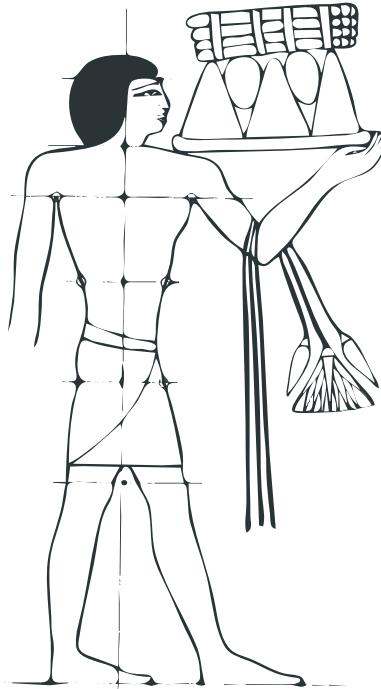
*sistema per stabilire le relazioni matematiche tra le varie componenti di una creatura vivente, in particolare degli esseri umani, cosicché questi possano diventare soggetti di rappresentazione artistica. Tali relazioni matematiche possono essere espresse dalla divisione di un intero, così come dalla moltiplicazione di un'unità; lo sforzo di determinarle può essere guidato dal desiderio della bellezza, o dall'interesse nella normalità, o infine dalla necessità di stabilire una convenzione.*

Il canone veniva disegnato con la testa, i piedi e le gambe di profilo, e il torace in visione frontale. L'unità di misura per determinare l'altezza della figura, così come

<sup>4</sup>Iversen e Shibata, *Canon and Proportions in Egyptian Art*; Müller, “Der vermessene Mensch-Anthropometrie in Kunst und Wissenschaft”; Schäfer, *Von ägyptischer Kunst*.

<sup>5</sup>Panofsky, *Meaning in the Visual Arts*.

livelli anatomici intermedi come il ginocchio, il tronco e la spalla, era la lunghezza del piede. I piedi erano separati tra loro di una lunghezza pari a  $\frac{2}{5}$  di piede. Venivano quindi disegnate linee orizzontali perpendicolari ad una linea verticale che divideva il corpo a metà. Il canone veniva quindi racchiuso in un sistema a griglia di quadrati con 18 linee orizzontali e 18 linee verticali. Nel tardo canone dell'arte Egizia, il corpo umano veniva racchiuso in una griglia di 22 linee orizzontali, con la linea 21 disegnata passante per la palpebra superiore.



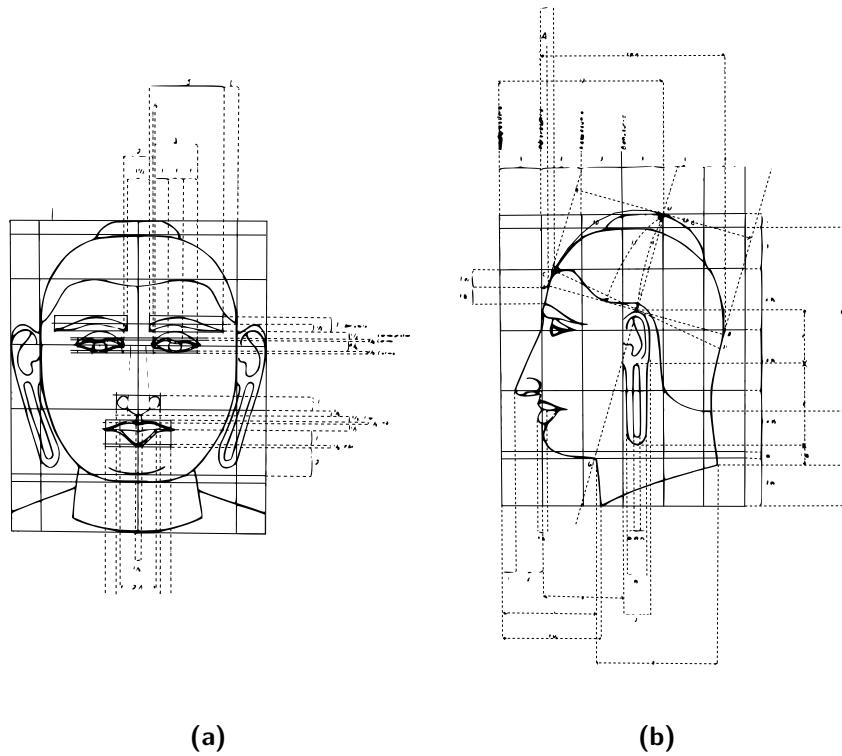
**Fig. 2.1.:** Uno dei primi canoni egizi.

Diverse illustrazioni di arte Egizia mostrano anche come i tre riquadri superiori del canone venissero divisi a loro volta in cinque parti ognuno, per poter disegnare il volto

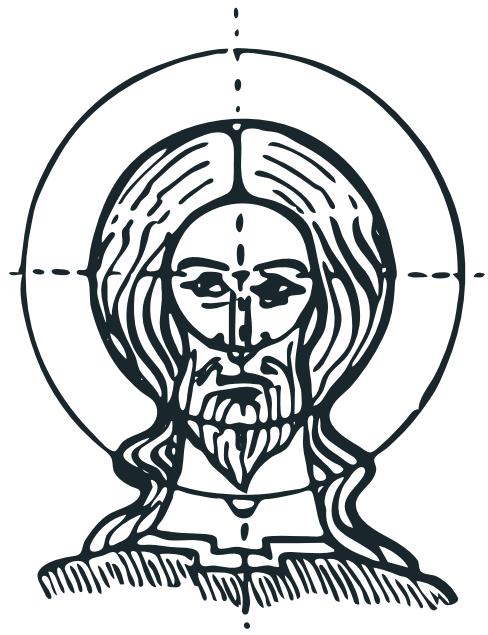
con più dettagli.

Le arti classiche dei Greci, per creare immagini della figura umana, rifiutarono il rigido sistema Egizio, che non era adatto a rappresentarne i movimenti. I Greci concepivano infatti l'arte come rappresentazione di un essere vivo, in contrasto agli Egizi, che cercavano di cristallizzare la figura umana per l'eternità.

Nell'iconometria Indiana, l'altezza facciale era utilizzata come modulo base dai due sistemi proporzionali, Śāriputra e Ālekhyalakṣaṇa, che riflettevano accuratamente le relazioni naturali delle diverse parti del corpo tra di loro. Il sistema Śāriputra, datato 1200 d.C., è conosciuto per le sculture in onore di Buddha (fig. 2.2).



**Fig. 2.2:** Visione frontale (a) e laterale (b) di una statua del Buddha, secondo il sistema proporzionale Śāriputra.



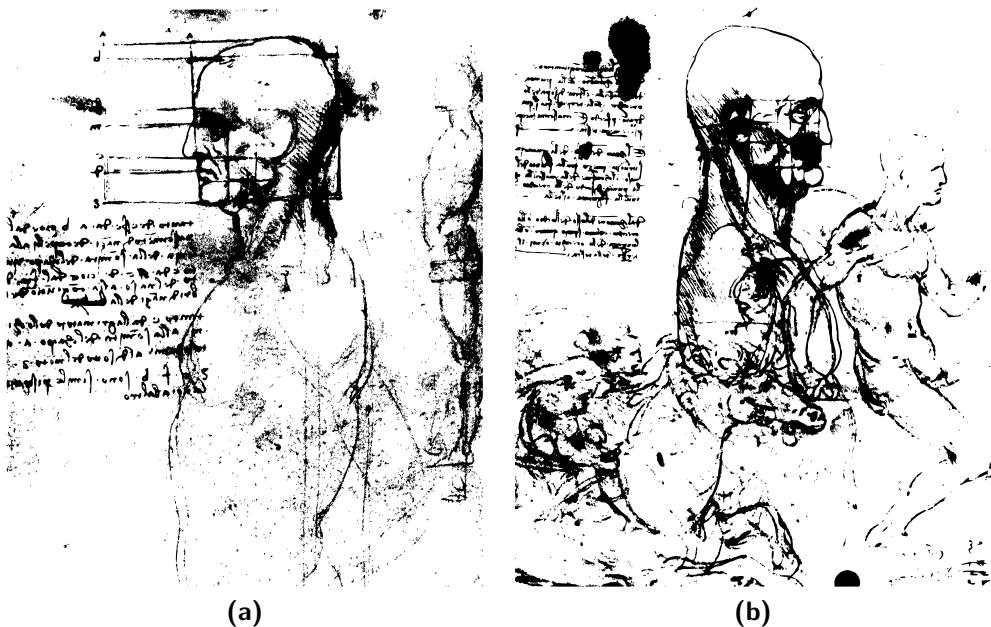
**Fig. 2.3.**: Sistema a tre cerchi concentrici nell'arte Bizantina.

Nell'impero Bizantino, la griglia rettangolare del canone venne sostituita da uno schema di tre cerchi concentrici, con la lunghezza del naso come raggio per disegnare i due cerchi successivi. Il cerchio interno delineava la fronte e gli zigomi; il secondo cerchio, con un raggio pari a due volte il naso, definiva le misure esterne della testa, inclusi i capelli e il limite inferiore del volto. Il cerchio più esterno attraversava il giugulo e formava l'aureola.

## 2.2. Dal Rinascimento al ventesimo secolo

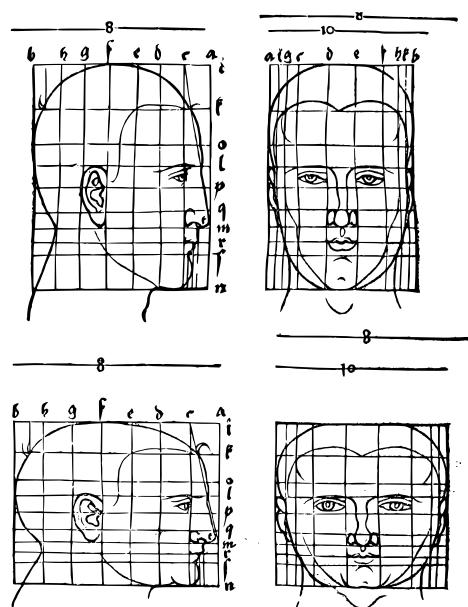
Lo sconvolgimento che il quindicesimo secolo portò nel pensiero artistico, nei concetti e nella tecnica è esemplificato dalle opere di Leonardo da Vinci (1459–1519) e Albrecht Dürer (1471–1528). Il lascito di Leonardo come esponente del Rinascimento va ben oltre l'Ultima Cena e la Monna Lisa. I suoi disegni includono infatti studi sulle proporzioni facciali, e la proiezione di un sistema di coordinate sul volto di un "uomo a cavallo".

Gli elaborati studi di Albrecht Dürer sulla prospettiva delle proporzioni umane sono



**Fig. 2.4.:** Studi sul cranio e sul volto effettuati da Leonardo da Vinci.

ineguagliati ad oggi; infatti, i quattro libri di Dürer sulle proporzioni “segnano un climax che la teoria delle proporzioni non ha mai raggiunto prima o avrebbe mai potuto raggiungere dopo”.<sup>6</sup>



**Fig. 2.5:** Analisi proporzionale di Dürer di un volto leptoprosopico ed uno euriprosopico.

<sup>6</sup>Panofsky, *Meaning in the Visual Arts*.

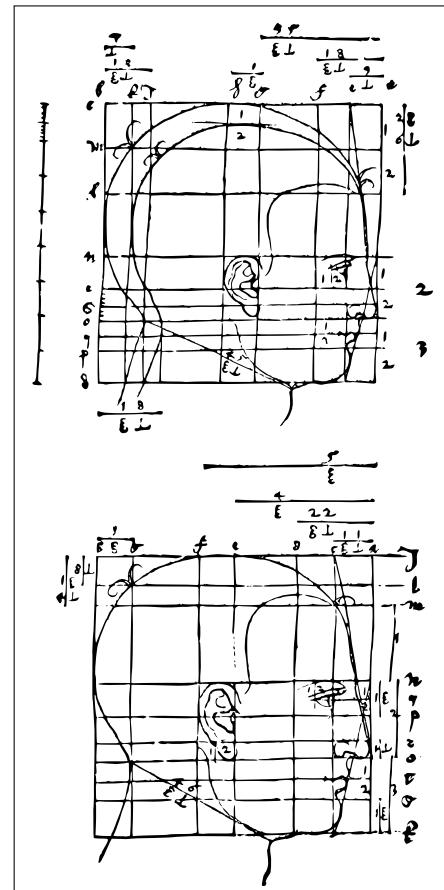
Usando metodi strettamente geometrici, Dürer fornì un'analisi proporzionale dei volti leptoprosopici (stretti e lunghi) e dei volti euriprosopici (larghi e corti) in un sistema di coordinate in cui le linee orizzontali e verticali erano disegnate passanti per gli stessi punti facciali (fig. 2.5 nella pagina precedente).

In aggiunta al sistema di coordinate, Dürer fece uso di due linee – una disegnata dalla fronte tangente al naso, l'altra tangente al mento e al labbro superiore – che insieme creavano un'area triangolare che caratterizzava il profilo facciale attraverso un “angolo facciale” (fig. 2.6).

I disegni di Dürer attestano i continui sforzi nel definire le variazioni della morfologia facciale. Uno di questi è particolarmente significativo, e rappresenta un punto chiave dell'evoluzione dell'analisi cefalometrica così come è conosciuta oggi. In esso, la differenza tra un

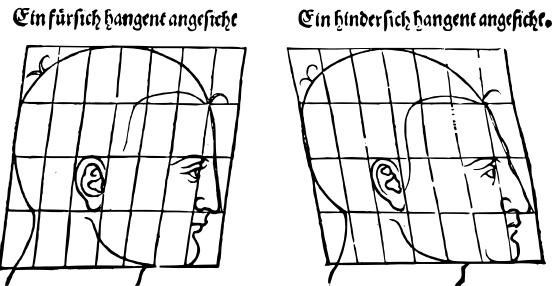
profilo facciale retruso e uno protruso è mostrato da un cambiamento dell'angolo tra gli assi verticali e orizzontali di un sistema di coordinate caratterizzante la configurazione facciale di ogni soggetto.

Perciò un singolo angolo diventa l'espressione della differenza nella morfologia facciale



**Fig. 2.6.:** Influenza dell'angolo facciale sul profilo secondo Dürer.

tra due individui.



**Fig. 2.7.:** Variazione del profilo conseguente una variazione degli angoli

Petrus Camper (1722–1789) fu un medico e scienziato che effettuò ampi studi sui crani.

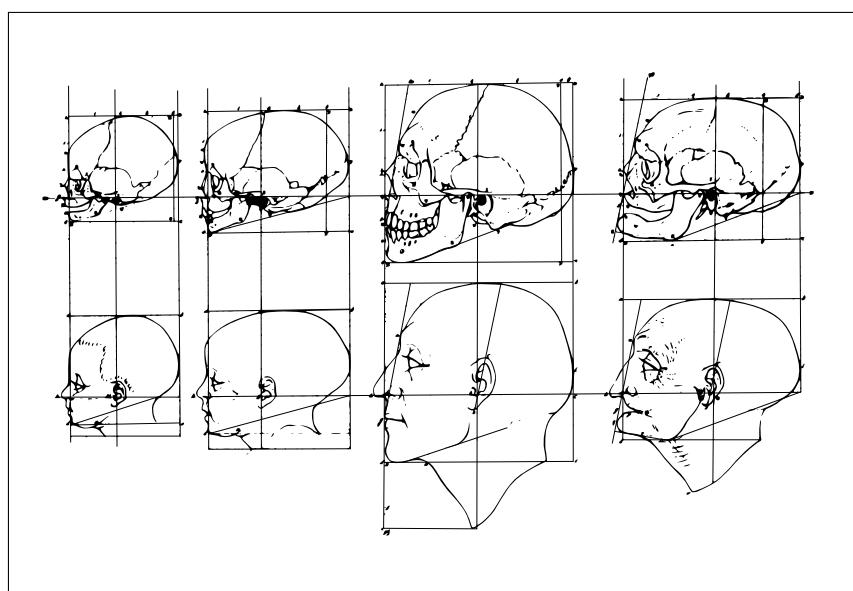
Il successo dei suoi studi si basava sull'orientamento dei crani nello spazio su un piano orizzontale, passante per il meato acustico esterno e un punto al di sotto del naso. Questi punti non erano rigorosamente definiti, ma Camper veniva guidato dalla direzione del processo zigomatico. In molte delle sue illustrazioni, questo piano orizzontale veniva disegnato passante per la spina nasale anteriore.

Il *piano di Camper* divenne un piano di riferimento per le misure angolari utilizzate per caratterizzare gli andamenti evolutivi negli studi di morfologia facciale e sull'invecchiamento. Questo piano viene ancora oggi utilizzato in protesi per stimare l'angolazione del piano occlusale nei pazienti edentuli, poiché è generalmente parallelo.

Egli vide come un singolo angolo descrivesse il profilo caratteristico di una faccia. Questa cambia nella sua totalità, ma l'angolo facciale è l'indice di una deformazione

generale.

L'angolo facciale di Camper venne prontamente accettato come una misura standard nello studio del cranio. I termini *prognatico* e *ortognatico* sono legati alle illustrazioni di Camper della forma facciale negli uomini e nei primati. Come risultato, l'angolo tra il piano orizzontale e la linea Nasion-Prosthion divenne il metodo antropologico d'elezione per determinare il tipo facciale. Il termine *prognatismo* si riferisce alla prominenza della mandibola rispetto alla fronte; *ortognatismo* si riferisce invece ad un profilo facciale piatto.



**Fig. 2.8:** Studi di Camper sulle variazioni del cranio durante la crescita

Camper studiò anche le differenze nella forma facciale legate al processo di invecchiamento (fig. 2.8). La prima morfologia esaminata fu quella di un neonato, seguita da quella di un bambino di circa 8 anni, un adulto e un anziano. I cambiamenti venne-

ro analizzati tenendo fisso il piano orizzontale, e consistono in una crescita della parte inferiore del volto fino all'età adulta, e il suo successivo accorciamento con la perdita progressiva di tutti i denti.

Gli studi di Welcker (1862) sulla crescita e lo sviluppo del cranio umano, dimostrarono la discesa

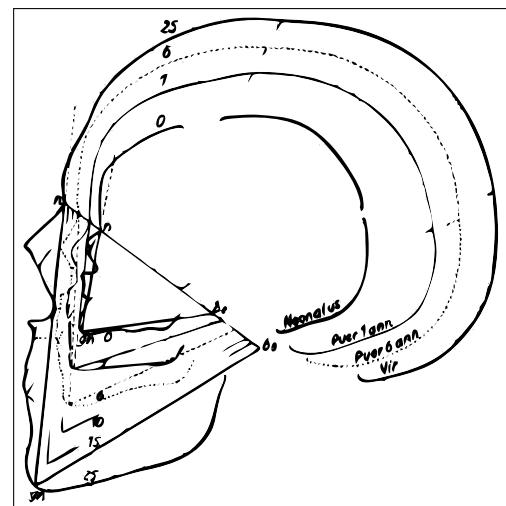
e rotazione della mandibola durante l'ontogenesi, attraverso una configurazione triangolare dal Basion al Gnathion (fig. 2.9)<sup>7</sup>. Questo schema triangolare fu successivamente modificato in un poligono

da Hellman (fig. 2.10 nella pagina successiva)<sup>8</sup> per rappresentare la crescita facciale e per esaminare

le differenze tra individui con malocclusioni di Classe II e Classe III. Dopo Hellman,

questo poligono fu usato da Korkhaus<sup>9</sup> e da Björk<sup>10</sup> (fig. 2.11 nella pagina seguente).

Quest'ultimo sviluppò questo poligono in quella che può essere definita l'analisi "formasazio" dello scheletro facciale; analisi che illustrò chiaramente la configurazione facciale dalla base cranica al piano mandibolare, e dall'articolazione temporomandibolare al



**Fig. 2.9.: Analisi dei cambiamenti durante la crescita secondo Welcker.**

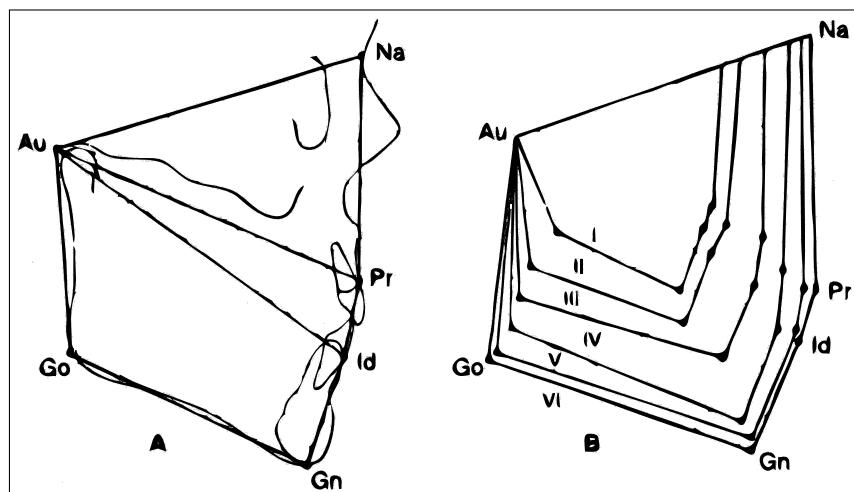
<sup>7</sup>Welcker, "Kraniologische Mitteilungen".

<sup>8</sup>Hellman, "The face in its developmental career".

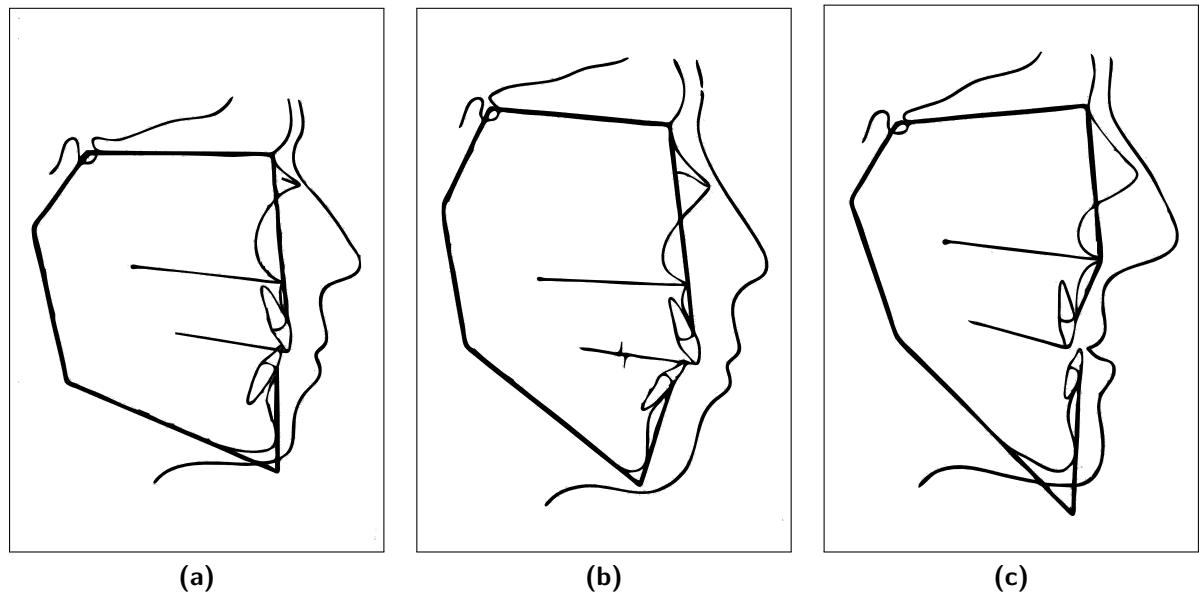
<sup>9</sup>Korkhaus, "Bruhn C. Handbuch der Zahnheilkunde".

<sup>10</sup>Björk, "The face in profile".

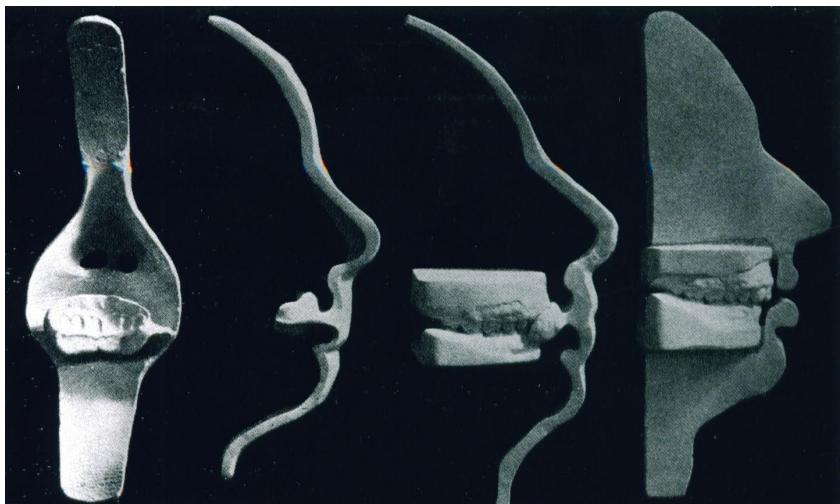
profilo facciale.



**Fig. 2.10:** Analisi della crescita facciale proposta da Hellman, usando un poligono e la linea da Nasion ad Auricolare come riferimento.



**Fig. 2.11.:** Studi di Björk sui profili facciali.



**Fig. 2.12:** van Loon costruì un modello tridimensionale del profilo facciale, per poter meglio studiare i rapporti tra quest'ultimo e la dentatura del paziente.

## 2.2.1. Il ventesimo secolo

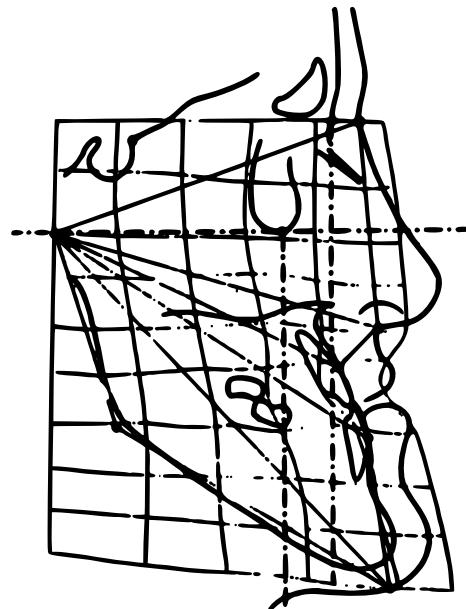
L’evoluzione della cefalometria nel ventesimo secolo è universalmente collegata alla pubblicazione di Edward Angle sulle malocclusioni<sup>11</sup>, nel 1899. Angle usava le relazioni tra l’arcata superiore ed inferiore, esemplificata dall’intercuspidazione dei primi molari permanenti, come la base per caratterizzare i tipi di malocclusione.

Un avanzamento concettuale in senso realistico fu fatto nel 1915 da van Loon, che determinò che per una diagnosi e un piano di trattamento significativi era necessario un sistema tridimensionale che potesse determinare la relazione della dentatura con la faccia. Egli sviluppò quindi un metodo con cui la dentatura e la faccia potessero essere studiati sia separatamente, sia in relazione l’uno con l’altro. Il metodo consisteva nel prendere un’impronta parziale del profilo (fronte, naso, labbra, mento), e delle superfici

<sup>11</sup>Angle, “Classification of malocclusion”.

labiali degli incisivi centrali superiori – quest’ultimi sarebbero serviti come chiave per il posizionamento del modello delle arcate dentarie. Questa “maschera facciale” (fig. 2.12 nella pagina precedente) veniva poi posizionata su un supporto all’interno di un “cubo cranioforo”. Questo era uno strumento utilizzato dagli antropologi per studiare i crani orientati secondo il piano di Francoforte. Sebbene questa procedura fosse complessa, lunga e poco pratica, è da segnalare in quanto rappresenta un passo evolutivo verso il posizionamento dei modelli dentari orientati tridimensionalmente nello spazio.

In seguito alla standardizzazione della radiografia cefalometrica agli inizi del 1900, Lucien de Coster<sup>12</sup> fu il primo a pubblicare un’analisi basata sulle relazioni di proporzionalità usate nell’antichità (fig. 2.13). De Coster utilizzò le distorsioni di un sistema di coordinate Cartesiano per mostrare le differenze di posizione dei marker in confronto alla norma<sup>13</sup>.



**Fig. 2.13.:** De Coster: analisi di un individuo con marcato prognatismo mandibolare e severa malocclusione di Classe III.

<sup>12</sup>Coster, “The network method of orthodontic diagnosis”.

<sup>13</sup>Izard, *La Practique Stomatologie VII; Orthodontie*.

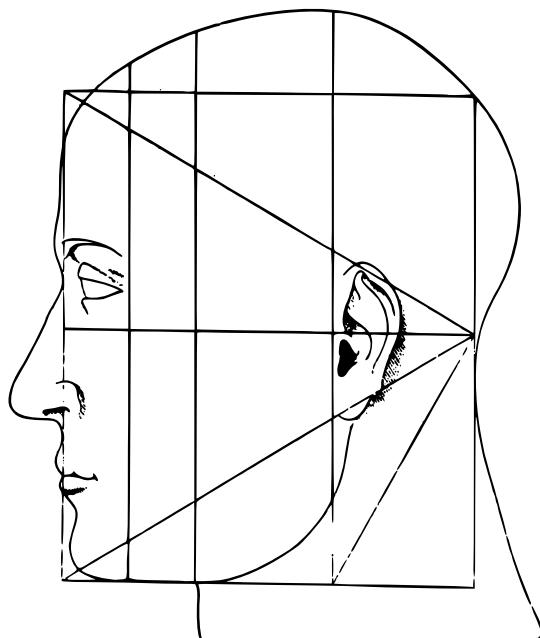
## 2.3. La divina proporzione

Fin dai primi dati disponibili, i ritratti del corpo umano sono stati guidati da sistemi di proporzionalità tra le sue parti. Questa procedura consentiva la riproduzione di relazioni armoniose tra le caratteristiche facciali e il resto del corpo.

Nella *sezione aurea* (la “*divina proporzione*”), sviluppata dagli antichi matematici Greci, la lunghezza di una linea è divisa in due parti tali che la parte minore, divisa per la parte maggiore, è uguale alla parte maggiore divisa per la lunghezza totale. Oltre ad avere applicazioni matematiche, la sezione aurea costituisce un ideale per le valutazioni di natura estetica.

Nel 1509, Luca Pacioli<sup>14</sup>, presentò

un’orazione sulla sezione aurea in ambito matematico. La sua pubblicazione conteneva un disegno di un profilo umano, inquadrato in un triangolo ed un rettangolo aureo (fig. 2.14).



**Fig. 2.14.:** Nel 1509, fra’ Luca Pacioli, nella sua presentazione sulla divina proporzione, mostrò un’illustrazione di un profilo umano inquadrato in un triangolo ed un rettangolo aureo.

<sup>14</sup>Pacioli, *De Divina proportione*.

Nella progettazione del volto umano, la Natura ha evidentemente trasposto la *divina proporzione* in una sequenza di relazioni armoniose tra i tessuti molli e i tessuti duri. Ricketts<sup>15</sup> fu il primo, nella storia recente, ad esporre in dettaglio sulla relazione tra la struttura e la crescita della faccia e la divina proporzione e la serie di Fibonacci.

---

<sup>15</sup>Ricketts, “Divine proportion in facial esthetics”, “The biologic significance of the divine proportion and Fibonacci series”.

### **3. Crescita cranio-facciale**

Le teorie di crescita rappresentano le ipotesi postulate nel corso dell’evoluzione scientifica al fine di spiegare e identificare i fattori responsabili dello sviluppo del complesso cranio-facciale.

Per meglio utilizzare le tecniche di analisi cefalometrica più avanti descritte, l’ortodontista deve conoscere i comuni meccanismi di crescita, per sapere in quale momento è necessario intervenire, e capire le condizioni che possono favorire la stabilità del risultato terapeutico o, al contrario, causarne la recidiva.

L’analisi dell’evoluzione storica sull’argomento ha permesso di dividere le teorie di crescita in tre gruppi principali:

1. corrente di pensiero genetica (1931-1946)

2. corrente di pensiero funzionalistica (1945-1990)
3. corrente di pensiero sintetica o del consenso (1970)

### **3.1. Corrente di pensiero genetica (1931-1946)**

Le prime teorie sul processo di crescita ritenevano che il meccanismo principale era sotto un costante e rigoroso controllo genico. Tale condizione metteva fortemente in discussione l'efficacia dell'ortopedia dento-facciale in generale, e di quella funzionale in particolare.

La crescita del cranio è predeterminata, e non è soggetta ad alcuna influenza esterna, pertanto anche le dismorfosi dento-maxillo-facciali sono manifestazioni di caratteri ereditari.

#### **Teoria della predeterminazione genetica<sup>16</sup>**

La prima teoria postulata nel corso della letteratura affermava che le disgrazie esistono prima della nascita, codificate nei geni, e che durante la crescita post-natale non migli-

---

<sup>16</sup>Broadbent, “A new x-ray technique and its application to orthodontia”, “The face of the normal child”; Brodie, “Behavior of normal and abnormal facial growth patterns”, “Facial patterns: a theme on variation”.

rano e non peggiorano, pertanto quando un neonato nasce con una disgnazia, questa permane tutta la vita, e non può essere trattata in alcun modo.

## **Ipotesi suturale<sup>17</sup>**

Le suture, la cartilagine e il periostio sono “centri autonomi” di crescita sotto il controllo genico, e non influenzabili da fattori locali né dalla terapia. Ci si sposta quindi da una teoria in cui tutto è sotto il controllo genico, ad una in cui l’attività genica si limita a quei tessuti capaci di generare osso.

## **Ipotesi del setto nasale<sup>18</sup>**

Tale ipotesi si basa sul ruolo svolto dalle strutture cartilaginee del cranio durante lo sviluppo fetale, e sulla possibilità che esse continuino il loro ruolo di guida dello sviluppo anche post-nascita.

Il controllo genico si sposta quindi sulle strutture cartilaginee, che diventano le uniche responsabili del processo di crescita cranio-facciale.

In particolare, la cartilagine del setto nasale è responsabile della crescita del mascellare superiore: con il suo sviluppo, si ha una spinta verso il basso e in avanti della premaxilla

---

<sup>17</sup>Weinmann e Sicher, “Bone and bones. Fundamentals of bone biology.”

<sup>18</sup>Scott, *Dentofacial development and growth*.

e, insieme alla *cartilagine di Meckel*, partecipa in modo preponderante alla formazione della faccia.

La limitazione dell'influenza genica alle sole cartilagini apre quindi la strada ad una possibile influenza esterna sulle suture, sfruttabile in ambito terapeutico.

### **3.2. Corrente di pensiero funzionalistica (1945-1990)**

La corrente funzionalistica mette in evidenza l'importanza della funzione nella realizzazione della crescita cranio-facciale, spostando l'attenzione dal pensiero genetico a quello funzionale.

L'influenza genetica è comunque presente in tutto lo sviluppo biologico; i tessuti hanno però un loro grado di plasticità e quindi sono influenzabili da fattori estrinseci al genoma.

Se la funzione rappresenta il fattore più importante per la crescita, sarà anche quello che alterandosi causerà una disgnazia; pertanto la riabilitazione della corretta funzione determina il recupero dell'equilibrio.

## **Ipotesi della matrice funzionale<sup>19</sup>**

In questa teoria, è la funzione ad avere un'influenza diretta su forma, dimensione e posizione dei tessuti scheletrici; anche se esiste un controllo genico durante la fase iniziale della ossificazione, questo continua poi a livello funzionale. Le strutture ossee e cartilaginee non sono infatti dotate di un proprio schema di crescita, ma si accrescono secondariamente ai tessuti che li circondano (*matrici funzionali*).

Secondo Moss, esistono delle funzioni vitali (tra cui masticazione, fonazione, deglutizione), ed ognuna di queste è svolta grazie a tessuti, organi, spazi e strutture scheletriche e cartilaginee. L'insieme delle entità anatomiche necessarie per eseguire una specifica funzione viene detta *componente cranica funzionale*: ciascuna di queste è costituita da due elementi – la *matrice funzionale*, che svolge la funzione propria; e l'*unità scheletrica* che svolge la funzione di protezione e di sostegno.

La grandezza, la forma e la posizione di ogni unità scheletrica rappresentano una risposta compensatoria alle richieste della matrice funzionale; l'unità scheletrica non è quindi direttamente regolata dal genoma, ma viene modulata dalla matrice funzionale.

Moss distingue due matrici funzionali:

---

<sup>19</sup>Moss e Salentijn, “The primary role of functional matrices in facial growth”; Moss e Young, “A functional approach to craniology”.

1. la *matrice funzionale periostale*, tipicamente associata a muscoli, vasi sanguigni, nervi e ghiandole;
2. la *matrice funzionale capsulare*, costituita da capsule o involucri di tessuti non scheletrici che includono la loro unità scheletrica.

La crescita a livello della matrice funzionale *periostale* è di tipo *trasformativo*, e si realizza attraverso processi di apposizione e riassorbimento osseo, che inducono una modificaione della forma e della dimensione della propria unità scheletrica. Le matrici di questo tipo hanno quindi influenza su *microunità scheletriche* che, prese insieme, formano un intero osso.

Un esempio è la mandibola, che risulta costituita da 5 microunità: condilare, coronoidea, angolare, alveolare e basale. Il muscolo temporale è la matrice dell'unità coronoidea; il massetere e pterigoideo interno di quella angolare; i denti sull'unità alveolare, mentre il fascio vascolonervoso del canale mandibolare agisce sull'unità basale.

Per quanto riguarda le matrici funzionali capsulari, nel distretto cranio-facciale si riconoscono:

1. *matrice funzionale capsulare neurocranica*, che rappresenta il volume della massa cerebrale;

2. *matrice funzionale capsulare orofacciale*, di nostra pertinenza, che rappresenta il volume degli spazi funzionanti delle cavità oro-naso-faringee, orbitali e uditive.

La crescita a livello delle matrici *capsulari* è di tipo *traslativo*, avviene cioè attraverso un processo di riposizionamento della propria unità scheletrica. La sfera d'influenza è rappresentata dalle *macrounità scheletriche*. Ciascuna matrice funzionale capsulare, e ciascuna capsula, contiene quindi le matrici funzionali periostali e le rispettive microunità scheletriche.

Lo sviluppo di tutte le unità scheletriche cranio-facciali è quindi una combinazione di due tipologie di crescita:

1. *trasformativa*, dovuta ai cambiamenti in forma e dimensione delle microunità scheletriche, in risposta allo stimolo delle matrici funzionali periostali;
2. *traslativa*, dovuta ad un ricollocamento nello spazio delle macrounità scheletriche, in risposta all'aumento volumetrico degli spazi funzionanti e della massa cerebrale.

L'insieme della crescita trasformativa e della crescita traslativa permette il mantenimento dell'equilibrio tra matrici funzionali e unità scheletriche, tale da realizzare una *crescita armonica*.

## **Teoria del servosistema o teoria cibernetica<sup>20</sup>**

Allo scopo di comprendere i meccanismi dello sviluppo craniofacciale, Petrovic e coll. hanno sviluppato la *teoria del servosistema*, utilizzando il vocabolario proprio della cibernetica.

La cibernetica è una scienza che ha come obiettivo la comprensione sistematica della realtà, facendo confluire insieme una serie di nozioni e problemi patrimonio comune di più discipline (biologia, ingegneria, psicologia, meccanica). Tale scienza opera attraverso un circuito, il *servosistema*, caratterizzato da un insieme di *segnali di controllo* e *di comando*, che schematizza come la trasmissione di tali segnali porta al verificarsi di un fenomeno.

La crescita delle differenti regioni del cranio diventa quindi la risultante dell'interazione di un insieme di avvenimenti e di meccanismi di feedback, che permettono al sistema di autoregolarsi.

Petrovic ha quindi sintetizzato le sue idee nella teoria cibernetica dei processi di controllo della crescita cranio-facciale, attraverso la costruzione di un *servosistema*.

In generale, all'interno di un servosistema esiste un *comparatore periferico* che opera un

---

<sup>20</sup>Petrovic, “Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating occlusion. Cybernetic model.”; Petrovic, Stutzmann e Gasson, “The final length of the mandible: is it genetically determined?”

confronto tra un *input* (variabile indipendente) e un *output* (variabile controllata), e invia un messaggio al *comparatore centrale*, che regola i fattori di controllo di un determinato fenomeno per mantenere l'equilibrio. Nel servosistema ideato da Petrovic, il comparatore periferico è rappresentato dall'*occlusione*, quello centrale è il *sistema nervoso centrale*, l'*input* è il *mascellare superiore*, e l'*output* è la *mandibola*.

L'*occlusione*, quindi, opera un confronto tra la posizione del *mascellare superiore* e la posizione della *mandibola*, e invia un messaggio al *sistema nervoso centrale*, che regola i fattori di controllo della crescita per mantenere l'equilibrio.

Il *mascellare superiore* è considerato la variabile indipendente in quanto è controllato solamente da fattori estrinseci generali (ormoni), e non può in alcun modo essere influenzato da fattori locali. La *mandibola*, invece, oltre a subire il controllo ormonale, è anche sottoposta a fattori estrinseci locali (muscoli, legamenti).

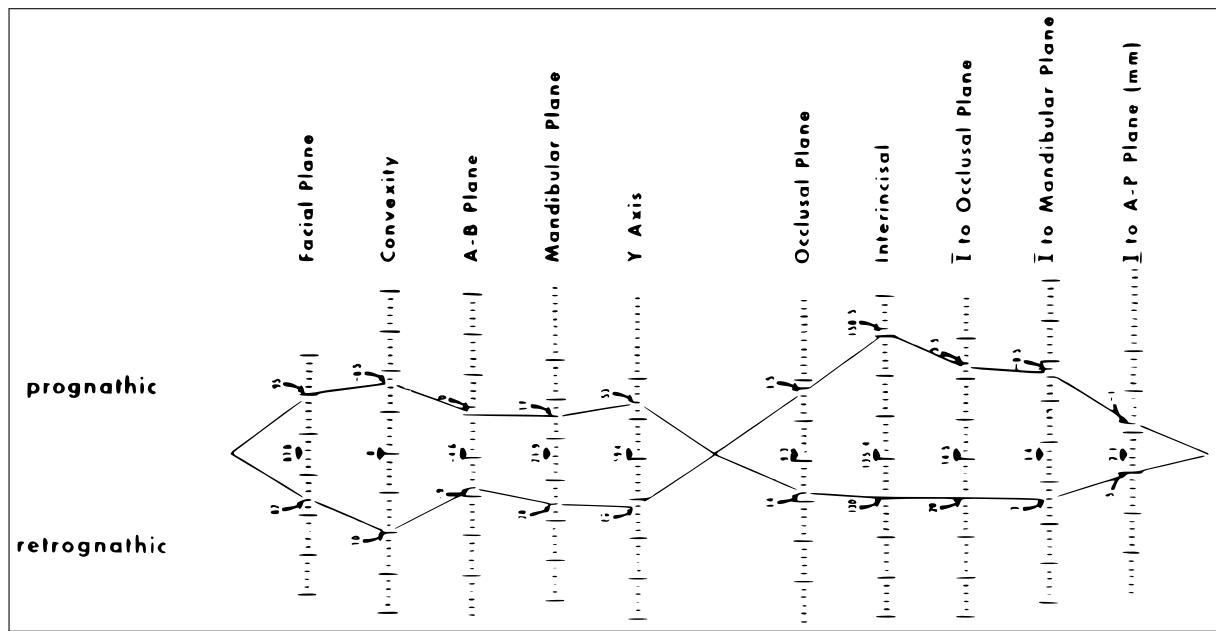
## **Analisi convenzionali**

## 4. Analisi di Downs

L'analisi di Downs si può definire un'analisi “*profilo-orientata*”. Il piano di riferimento è quello di Francoforte, e la valutazione verticale è fatta unicamente tramite il piano mandibolare e l'asse Y. Quest'analisi non presenta punti cefalometrici propri, ma si basa su misure utilizzate in numerose altre analisi.

Spesso quest'analisi viene accompagnata da una *tabella di Voorhies e Adams*, che fornisce un quadro grafico delle dieci misurazioni dell'analisi (fig. 4.1 nella pagina seguente).

In quest'analisi distinguiamo misurazioni ossee da misurazioni dentali (graficamente separate nel poligono di Voorhies e Adams).



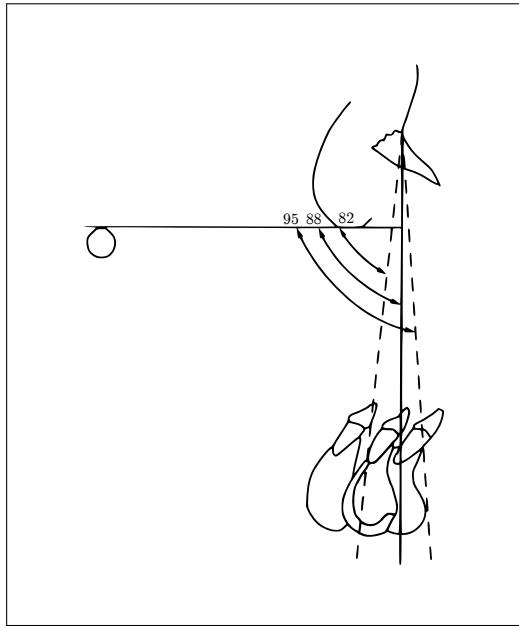
**Fig. 4.1.:** Poligono di Voorhies e Adams

**Tabella 4.1.:** Misurazioni ossee nell'analisi di Downs (valori in °)

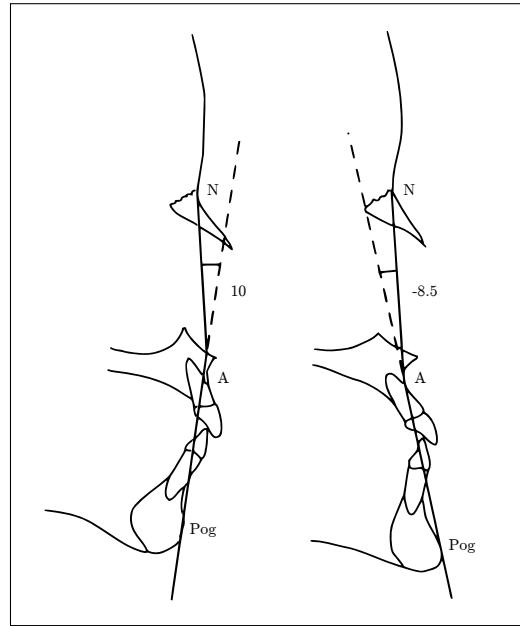
	Punti di riferimento	Val. medio	Range normalità
<b>Angolo facciale</b>	$N-Pog - FH$	$87.8 \pm 3.6$	82 – 95
<b>Convessità facciale</b>	$N-A - A-Pog$	0	-8.5 – 10
<b>Piano A-B</b>	$A-B - N-Pog$	-4.6	-9 – 0
<b>Piano mandibolare</b>	$PM - FH$	21.9	17 – 28
<b>Asse Y</b>	$S-Gn - FH$	59.4	53 – 66

## 4.1. Misurazioni ossee

**Angolo facciale** (fig. 4.2) usato per misurare il grado di retrusione o protrusione della mandibola. È l'angolo interno inferiore tra la linea facciale  $N-Pog$  e il piano di Franscoforte  $FH$ . Ha un valore medio di  $87.8 \pm 3.6$ , con un range di normalità tra 82 e 95. Un mento prominente aumenta quest'angolo, un valore inferiore invece suggerisce una posizione retrusa del mento.



**Fig. 4.2.:** Angolo facciale di Downs.

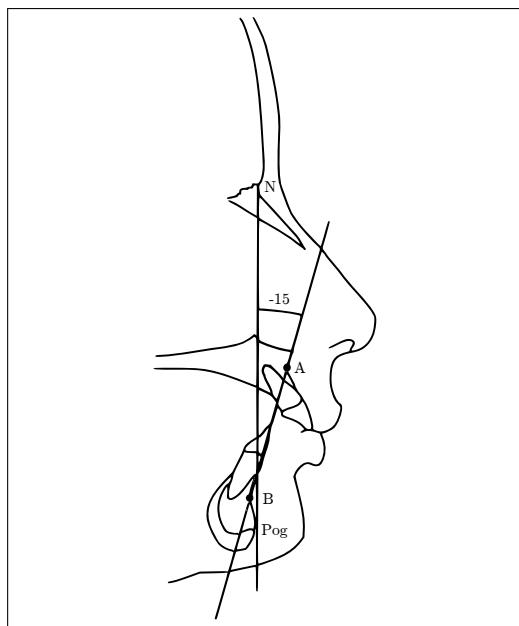


**Fig. 4.3.:** Convessità facciale di Downs.

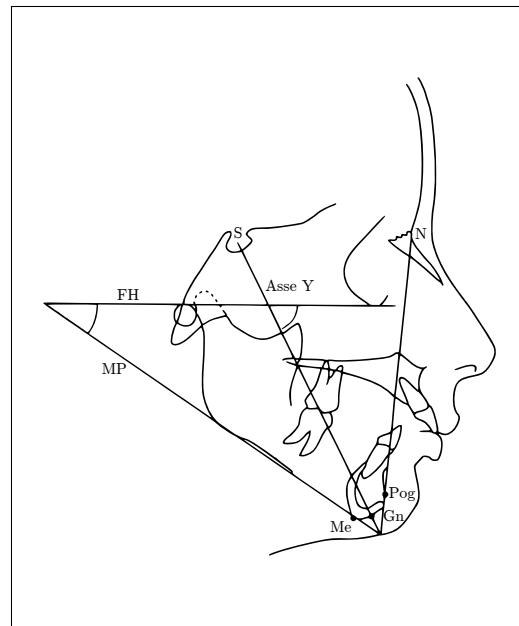
**Convessità facciale** (fig. 4.3) è un angolo formato dall’intersezione tra la linea *N-A* e la linea *A-Pog*. Esso misura la relazione tra l’arco basale mascellare al suo limite anteriore (punto *A*) e il profilo facciale totale (*N-Pog*). Se la linea *A-Pog* tende in alto verso l’esterno, l’angolo è positivo. Un angolo positivo suggerisce una prominenza della base alveolare superiore rispetto alla mandibola. Un angolo negativo invece è associato ad un profilo prognatico. Il valore medio è di  $0^\circ$ , con un range di normalità tra  $-8.5^\circ$  e  $10^\circ$ .

**Piano A-B** (fig. 4.4 nella pagina successiva) forma un angolo con la linea *N-Pog*, che indica la relazione tra i limiti anteriori dei processi alveolari e la linea facciale. Rapresenta una stima della difficoltà dell’ottenimento di una corretta inclinazione assiale

e relazione tra gli incisivi dopo una terapia ortodontica. Poiché il punto *B* è posizionato dietro il punto *A*, quest'angolo è solitamente negativo, tranne che nelle Classi III o nelle Classi I con protrusione mandibolare. Un valore largamente negativo suggerisce una malocclusione di Classe II. Ha un valore medio di  $-4.6^\circ$ , con un range di normalità tra  $-9^\circ$  e  $0^\circ$ .



**Fig. 4.4.:** Piano *A-B* di Downs.



**Fig. 4.5.:** Piano mandibolare e Asse Y.

**Piano mandibolare** (fig. 4.5) tangente all'angolo goniaco e al punto più inferiore della sifissi mentoniera. L'angolo viene misurato dalla relazione tra il piano mandibolare e il piano di Francoforte. Si riscontrano valori elevati sia in soggetti retrusi e protrusi, e suggeriscono pattern facciali iperdivergenti, poco favorevoli al trattamento: essi risultano infatti complicati, con una prognosi incerta. Quest'angolo, però, non è sufficiente a

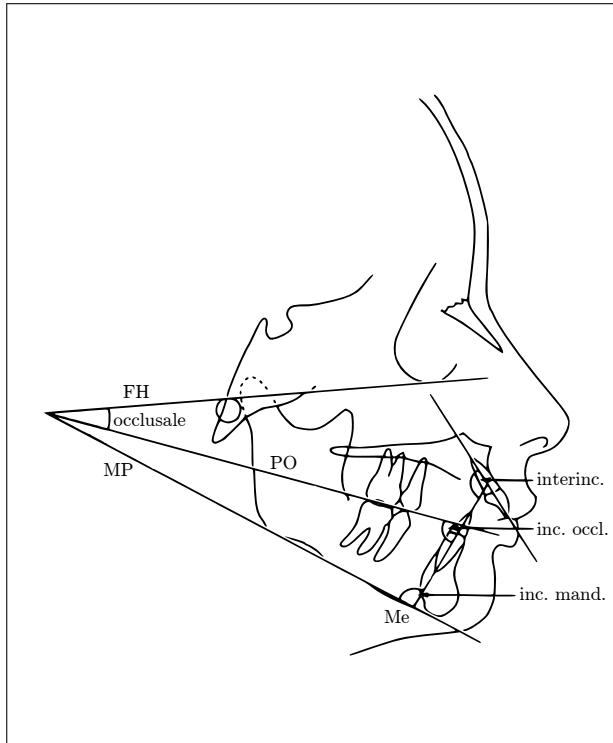
indicare la natura della difficoltà che si potrà riscontrare durante il trattamento. Ha un valore medio di  $21.9^\circ$ , con un range di normalità tra  $17^\circ$  e  $28^\circ$ .

**Asse Y** (fig. 4.5) rappresenta l'asse di crescita facciale, e indica la posizione in basso, o indietro, o in avanti del mento in relazione alla faccia superiore. Il relativo angolo è misurato all'intersezione della linea *S-Gn* e il piano di Francoforte. Quest'angolo è maggiore nelle Classi II rispetto alle Classi tendente-III. Un decremento di questo valore in radiografie seriali può essere interpretato come una crescita orizzontale prevalente su quella verticale. Ha un valore medio di  $59.4^\circ$ , con un range di normalità tra  $53^\circ$  e  $66^\circ$ .

## 4.2. Misurazioni dentali

	Punti di riferimento	Val. medio	Range normalità
<b>Piano occlusale (°)</b>	<i>PO – FH</i>	9.3	1.5 – 14
<b>Angolo interincisale (°)</b>	assi inc. centrali	135.4	130 – 150.5
<b>Piano inc.-occlusale (°)</b>	<i>PO</i> – asse inc. inf.	$14.5 \pm 3.5$	3.5 – 20
<b>Piano inc.-mandibolare (°)</b>	<i>MP</i> – asse inc. inf.	1.4	-8.5 – 7
<b>Protr. inc. sup. (mm)</b>	marg. inc. – <i>A-Pog</i>	2.7	-1 – 5

**Piano occlusale** (fig. 4.6) originariamente definito da Downs come la linea secante le cuspidi dei primi molari e l'overbite incisale. Nei casi di grossolana malposizione degli incisivi, Downs suggeriva di disegnare la linea secante le cuspidi dei primi molari e dei



**Fig. 4.6.:** Angoli del piano occlusale, interincisale, incisivo-occlusale e incisivo-mandibolare.

primi premolari. Il rispettivo angolo viene misurato tra il piano occlusale e il piano di Francoforte. Quando la parte anteriore del piano è posizionata più in basso rispetto alla parte posteriore, l'angolo è positivo. Angoli grandemente positivi si riscontrano in profili di Classe II, mentre risulta ridotto in casi di lunghi rami mandibolari. Ha un valore medio di  $9.3^\circ$ , con un range di normalità tra  $1.5^\circ$  e  $14^\circ$ .

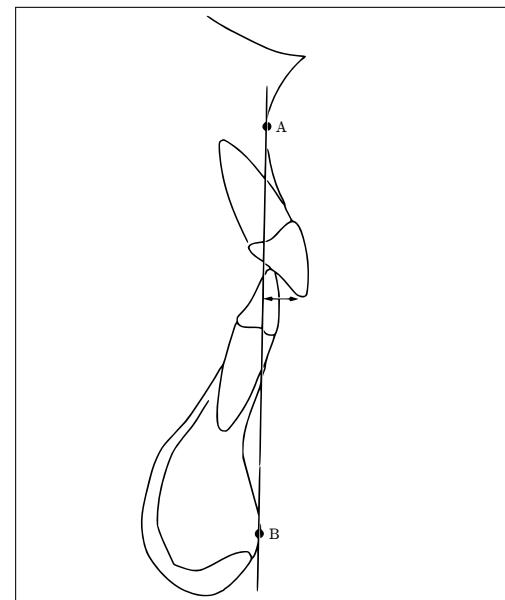
**Angolo interincisale** (fig. 4.6) viene stabilito tra gli assi maggiori degli incisivi centrali superiori ed inferiori. Ha un valore medio di  $135.4^\circ$ , con un range di normalità tra  $130^\circ$  e  $150.5^\circ$ .

**Angolo piano incisivo-occlusale** (fig. 4.6) correla gli incisivi inferiori alla loro superficie lavorante. Viene misurato tra l'asse dell'incisivo inferiore e il piano occlusale, ha un valore medio di  $14.5^\circ \pm 3.5^\circ$ , con un range di normalità tra  $3.5^\circ$  e  $20^\circ$ .

**Angolo piano incisivo-mandibolare** (fig. 4.6) è formato dall'intersezione del piano mandibolare con l'asse dell'incisivo inferiore. Quest'angolo è positivo quando gli incisivi sono inclinati in avanti rispetto al processo alveolare. Ha un valore medio di  $1.4^\circ$ , on un range di normalità tra  $-8.5^\circ$  e  $7^\circ$ .

**Protrusione incisivi mascellari** (fig. 4.7) viene

misurata in millimetri, come la distanza tra il margine incisale superiore e la linea *A-Pog*. La distanza è positiva se il margine incisale cade al davanti di tale linea, e indica la quantità di protrusione mascellare. Il valore medio è di 2.7mm, con un range di normalità tra -1mm e 5mm.



**Fig. 4.7.: Protrusione incisivo superiore**

## **5. Analisi di Steiner (secondo Giannì)**

L'introduzione dell'analisi di Downs stimolò diversi ricercatori e clinici a sviluppare le proprie analisi: quello che ne seguì fu una proliferazione di marker cefalometrici che non fecero altro che confondere i clinici. Cecil C. Steiner selezionò quelli che per lui erano i parametri più significativi, e sviluppò un'analisi che credeva potesse fornire il massimo numero di informazioni cliniche con il minor numero di misurazioni.

Vennero quindi scelte alcune misure, e furono determinate delle medie statistiche su un numero di pazienti normo-occlusi.

Nell'analisi delle teleradiografie latero-laterali, Steiner propose la valutazione separata di varie parti del cranio, nello specifico i tessuti scheletrici, i tessuti dentali e i tessuti molli. L'analisi scheletrica si propone di porre in relazione la mascella e la mandibola tra di loro e con le ossa del cranio. L'analisi dentale mette in relazione gli incisivi superiori e

inferiori con le rispettive basi ossee e tra di loro. Infine, l'analisi dei tessuti molli fornisce un mezzo per valutare il bilanciamento e l'armonia del profilo facciale inferiore<sup>21</sup>.

A cavallo tra gli anni '70 e '80, Ennio Giannì<sup>22</sup> propose diverse aggiunte all'analisi di Steiner. A tutt'oggi, questa è la tecnica più utilizzata, data la relativa semplicità e velocità d'esecuzione.

**Tabella 5.1.:** Punti specifici introdotti da Giannì

D	Centro della sifisi mentoniera	Punto di incontro del massimo diametro orizzontale con il massimo diametro verticale.
SOr	Sopraorbitario	Punto di incontro del tetto dell'orbita con il margine esterno dell'orbita stessa.
IST	Pavimento della sella	Il punto più basso del contorno della sella turcica.

## 5.1. Analisi scheletrica

Nelle analisi antropologiche tradizionali, così come nell'analisi di Downs, il piano di riferimento era il *piano di Francoforte*. Sulle teleradiografie latero-laterali è però spesso difficile identificare i punti Porion e Orbitale, per la determinazione di tale piano. Steiner scelse quindi la **base cranica anteriore** (Sella-Nasion) come piano di riferimento della

<sup>21</sup>Steiner, “Cephalometrics for you and me”, “Cephalometrics in clinical practice”, “The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment”.

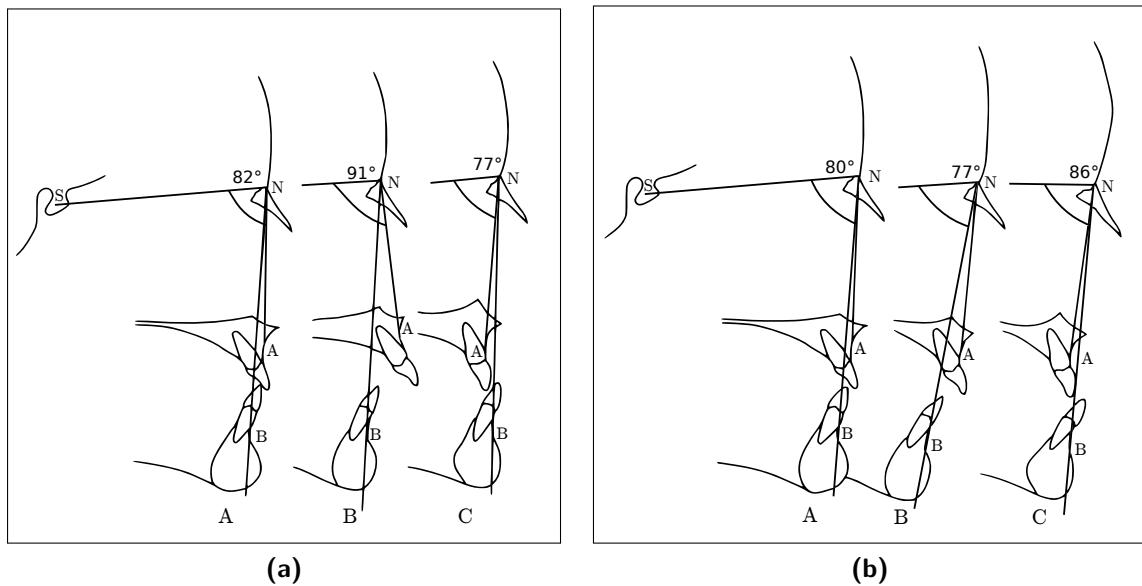
<sup>22</sup>Giannì, *La Nuova Ortognatodonzia*.

	Punti di riferimento	Valore medio
<b>Angolo <math>\widehat{SNA}</math></b>		$82^\circ \pm 2^\circ$
<b>Angolo <math>\widehat{SNB}</math></b>		$80^\circ \pm 2^\circ$
<b>Angolo <math>\widehat{ANB}</math></b>		$2^\circ \pm 2^\circ$
<b>Angolo cranio-spinale</b>	piano $S-N$ – piano bispinale	$10^\circ \pm 3^\circ$
<b>Angolo cranio-occlusale</b>	piano occlusale – $S-N$	$14^\circ \pm 3^\circ$
<b>Angolo cranio-mandibolare</b>	piano mandibolare – $S-N$	$32^\circ \pm 5^\circ$
<b>Angolo intermascellare</b>	piano bispinale – piano mandib.	$20^\circ \pm 5^\circ$
<b>Angolo occluso-spinale</b>	piano occlusale – piano bispinale	$8^\circ \pm 2^\circ$
<b>Angolo occluso-mandibolare</b>	piano occlusale – piano occlusale	$12^\circ \pm 3^\circ$
<b>Base cranica posteriore</b>	piano $S-N$ – piano $S-Ba$	$129^\circ \pm 5^\circ$
<b>Angolo cranio-sinfisario</b>	piano $S-N$ – piano $N-D$	$76^\circ \pm 3^\circ$

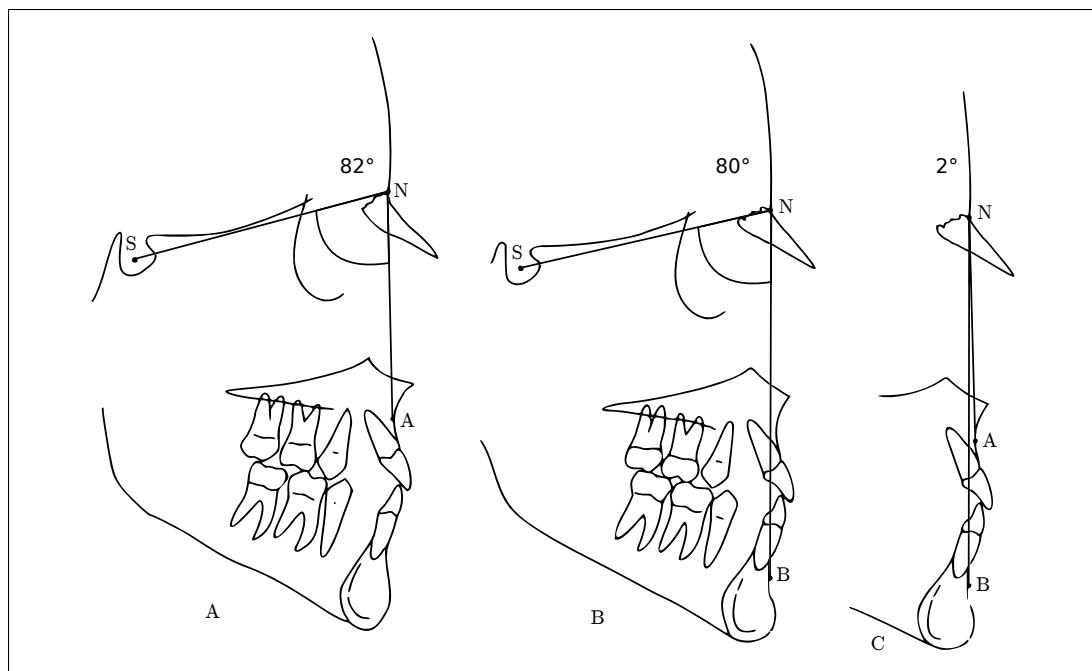
sua analisi. Il vantaggio di utilizzare due punti “medianici” è che si muovono minimamente quando la testa devia dalla posizione di profilo, o quando la testa ruota nel cefalostato.

**Mascella (angolo  $\widehat{SNA}$ )** I punti A e B vengono considerati come i limiti anteriori delle basi apicali di, rispettivamente, mascella e mandibola. Perciò, per determinare la posizione della mascella rispetto alla base cranica, viene calcolato l’angolo  $\widehat{SNA}$ , il cui valore medio è  $82^\circ \pm 2^\circ$  (fig. 5.1a nella pagina successiva). Se il valore angolare è maggiore, la mascella si trova in posizione anteriore rispetto alla base cranica. Di contro, se il valore inferiore, la mascella si troverà posizionata posteriormente.

**Mandibola (angolo  $\widehat{SNB}$ )** Per valutare la posizione della mandibola, viene calcolato l’angolo  $\widehat{SNB}$  (valore medio  $80^\circ \pm 2^\circ$ , fig. 5.1b). Un angolo minore indica una mandibola retrusa, un angolo maggiore indica una mandibola protrusa.



**Fig. 5.1.:** (a)  $\widehat{SNA}$ : mascella normale, mascella protrusa, mascella retrusa. (b)  $\widehat{SNB}$ : mandibola normale, mandibola retrusa, mandibola protrusa.



**Fig. 5.2.:** l'angolo interincisale  $\widehat{ANB}$  è dato dalla differenza tra  $\widehat{SNA}$  e  $\widehat{SNB}$ .

**Relazione tra mascella e mandibola** Valutando i valori  $\widehat{SNA}$  e  $\widehat{SNB}$ , solitamente è possibile riconoscere il segmento osseo malposizionato. Il valore più significativo è, comunque, l'angolo  $\widehat{ANB}$ , che fornisce informazioni sulla posizione dei due segmenti ossei uno relativo all'altro (fig. 5.2 nella pagina precedente).

Steiner sosteneva come  $\widehat{SNA}$  non fosse importante quanto  $\widehat{SNB}$  e  $\widehat{ANB}$ , in quanto indica solamente una retrusione o protrusione rispetto alla base del cranio. Piuttosto, è più importante la discrepanza tra mascella e mandibola. Il valore medio dell'angolo  $\widehat{ANB}$  è di  $2^\circ \pm 2^\circ$ : un valore maggiore indica una *tendenza alla Classe II scheletrica*, e più è grande questo valore, più difficile sarà correggere la malocclusione. Valori minori dell'angolo, e valori sotto lo zero, indicano che la mandibola è protrusa rispetto alla mascella, suggerendo una *Classe III scheletrica*.

**Angolo cranio-spinale** considerato da Giannì, rappresenta l'inclinazione del mascellare superiore nei confronti della base del cranio. È l'angolo compreso tra il piano *S-N* e il piano bispinale *SNA-SNP*. Ha un valore medio di  $10^\circ \pm 3^\circ$ . Valori minori depongono per un'antero-rotazione del piano bispinale: il punto *A* tende a portarsi verso l'alto e in avanti. Viceversa, valori maggiori segnalano una post-rotazione del piano bispinale, con uno spostamento in basso e indietro del punto *A*. La rotazione del piano bispinale, se

considerata in relazione al piano mandibolare, influenza la divergenza intermascellare, con una variazione dell'angolo  $\widehat{ANB}$ .

**Angolo cranio-occlusale** compreso tra il piano *S-N* e il piano occlusale. Ha un valore medio di  $14^\circ \pm 3^\circ$ ; una minore o maggiore apertura indica, rispettivamente, una antero- e una post-rotazione del piano occlusale. Tale angolo ha importanza in corso di terapia intercettiva: un'antero-rotazione occlusale, infatti, favorisce il trattamento di una Classe II scheletrica da retrusione mandibolare, ma è sfavorevole al ripristino di una Classe III da protrusione mandibolare. Viceversa per la post-rotazione, in quanto rappresenta un ostacolo all'avanzamento della mandibola.

**Angolo cranio-mandibolare** rappresenta l'inclinazione della mandibola rispetto alla base del cranio. È l'angolo compreso tra il piano *S-N* e il piano mandibolare *Go-Gn*. Ha un valore medio di  $32^\circ \pm 5^\circ$ ; valori minori o maggiori indicano, rispettivamente, un'antero- o una post-rotazione del piano mandibolare, con tendenze rispettivamente ipo- e iper-divergenti.

**Angolo intermascellare** considerato anche questo da Giannì, e quindi non presente nell'analisi proposta originariamente da Steiner, evidenzia l'inclinazione, sul piano sagit-

tale, delle basi mascellari tra di loro. È dato dall'incontro del piano bispinale *SNA-SNP* con il piano mandibolare *Go-Gn*. Ha un valore medio di  $20^\circ \pm 5^\circ$ : soggetti rientranti entro questo valore vengono definiti *mesodivergenti*; valori superiori definiscono gli *iperdivergenti*, valori inferiori i soggetti *ipodivergenti*. Tali squilibri possono derivare da rotazioni varie del piano bispinale o dal piano mandibolare: si ha iperdivergenza in caso di post-rotazione del piano mandibolare, oppure antero-rotazione del piano bispinale, oppure una combinazione di entrambi. Lo stesso avviene nel caso dell'ipodivergenza: antero-rotazione mandibolare, post-rotazione del piano bispinale, o una combinazione di essi.

**Angolo occluso-spinale e occluso-mandibolare** proposti da Giannì, sono formati dal piano occlusale con, rispettivamente, il piano bispinale e il piano occlusale. Il valore medio per il primo è di  $8^\circ \pm 2^\circ$ , per il secondo  $12^\circ \pm 3^\circ$ .

**Angolo della base cranica posteriore** anche questo proposto da Giannì, è formato dal piano *S-N* e il piano sfeno-occipitale *S-Ba*. Esso ci informa sulla direzione di crescita dell'articolazione temporo-mandibolare<sup>23</sup>. Ha un valore medio di  $129^\circ \pm 5^\circ$ , e aumenta di un grado all'anno fino alla fine della fase dinamica di crescita. Valori maggiori indicano

---

<sup>23</sup>Ricketts, “A foundation for cephalometric communication”.

che la cavità glenoidea è in posizione alta ed arretrata, che a sua volta indica una impostazione distale della mandibola: questo è un elemento sfavorevole alla correzione delle seconde classi scheletriche mandibolari.

**Angolo cranio-sinfisario** introdotto da Giannì, è formato dal piano craniale *S-N* con il piano *N-D*. Il punto *D* è definito da Giannì come il *centro geometrico della sifisi mentoniera*, ossia il punto d'incontro del massimo diametro verticale con il massimo diametro orizzontale – similmente al punto *S* per la sella turcica. Quest'angolo evidenzia, analogamente all'angolo  $\widehat{SNB}$ , la situazione della mandibola nei confronti della base cranica. Ha un valore medio di  $76^\circ \pm 3^\circ$ .

**Dimensioni sagittali della mandibola** analizzate da Giannì ai fini dell'evidenziazione di una normo-, iper- o ipo-mandibolia, Giannì considera il rapporto dimensionale tra la lunghezza del corpo mandibolare (*Go-Me*) e la lunghezza della base del cranio (*S-N*). Da 6 a 12 anni la lunghezza della base cranica aumenta di 1mm l'anno, la mandibola invece da 1,5mm a 2mm l'anno. A 12 anni, indipendentemente dal sesso, il rapporto lineare tra *S-N* e *Go-Me* è di 1:1. Superata questa età, il rapporto si mantiene costante nella donna, mentre nell'uomo si modifica a vantaggio della mandibola. Secondo questi dati di crescita, tra i 6 e i 12 anni, il corpo mandibolare deve avere una lunghezza compresa

tra il valore minimo di:

$$\text{corpo mandibolare} = \text{base cranica} + \text{età} - 12$$

e il valore massimo di:

$$\text{corpo mandibolare} = \text{base cranica} + \frac{\text{età} - 12}{2}$$

**Dimensioni sagittali della mascella** secondo Giannì, è la distanza lineare tra *SNP* e *A*. All'età di 4 anni, nella crescita ortognatica, tale distanza è di 41mm, con una crescita di 0,5mm per anno fino ad un massimo di 46mm a crescita terminata. Un aumento o una diminuzione di tale valore depone per la presenza di una iper- o ipo-maxillia.

**Rapporto tra base cranica posteriore e ramo mandibolare** (Giannì) A 12 anni di età, nella crescita ortognatica, il rapporto tra la base cranica posteriore, definita come *S-Ar*, e il ramo mandibolare, definito come *Ar-Go*, è di 2:3. Una variazione del rapporto verso valori più bassi depone per una ipoplasia della branca montante della mandibola, che aggrava la crescita in post-rotazione. Al contrario, un rapporto aumentato depone per un ramo mandibolare lungo, che può compensare una crescita in post-rotazione.

**Dimensioni verticali scheletriche anteriori** (Giannì) viene preso in considerazione il triangolo *SOr-SNA-Me*. La distanza *SOr-SNA*, la distanza *SNA-Me* e la distanza *SOr-Me* rappresentano, rispettivamente, la dimensione verticale scheletrica anteriore superiore, inferiore e totale.

Tra la misura superiore e quella inferiore esiste un rapporto definito di crescita in armonia con l'età e con il sesso. A 4 anni di età, la dimensione scheletrica anteriore superiore è uguale a quella inferiore. Successivamente, fino a 12 anni, tale rapporto si modifica a favore del tratto inferiore (crescita differenziale di 0,7mm annui). A 12 anni, quindi, la misura scheletrica antero-inferiore è uguale a quella antero-superiore + 5,6mm. Dopo i 12 anni, la crescita subisce variazioni in base al sesso: nella donna, la differenza tra le due misure rimane costante (5,6mm); nell'uomo, invece, la crescita differenziale continua, pertanto a 20 anni la differenza tra le due misure sarà di 11,2mm. Secondo queste misurazioni, Giannì individua tre classi scheletriche sul piano verticale:

- **normoverti-bite scheletrico** (I classe scheletrica verticale), quando i rapporti tra la misura antero-superiore e antero-inferiore collimano con i valori sopra esposti;
- **open-bite scheletrico** (II classe scheletrica verticale), quando la dimensione scheletrica antero-inferiore aumenta eccessivamente rispetto alla dimensione antero-

superiore;

- **deep-bite scheletrico** (III classe scheletrica verticale), quando la dimensione scheletrica antero-inferiore diminuisce eccessivamente, al di là dei valori nella media.

Queste classi non devono essere confuse con il normoverti-bite, l'open-bite e il deep-bite dentario. Da un punto di vista clinico, infatti, non sempre esiste armonia tra la classe scheletrica verticale e la classe dentaria verticale.

**Dimensioni verticali scheletriche posteriori** (Giannì) viene preso in considerazione il triangolo *IST-SNP-Go*. Similmente alle dimensioni verticali scheletriche anteriori, anche qui si considerano le varie misure *IST-SNP*, *SNP-Go*, *IST-Go* (rispettivamente, dimensione postero-superiore, postero-inferiore, posteriore totale).

Nella crescita ortognatica, la crescita delle dimensioni verticali scheletriche posteriori prevale su quella delle parti anteriori: tale dinamica è alla base del movimento di antero-rotazione. Il rapporto tra le due misure è del 62% (secondo Jarabak e Fizzel): tale rapporto aumenta nella crescita orizzontale, e diminuisce nella crescita in post-rotazione.

## 5.2. Analisi dentale

	Punti di riferimento	Valore medio
<b>Ang. occl.-inc. sup.</b>	piano occlusale – asse maggiore inc. sup.	$60^\circ \pm 2^\circ$
<b>Inclinaz. inc. sup.</b>	<i>N-A</i> – asse maggiore inc. sup.	$22^\circ$
<b>Posiz. inc. sup.</b>	<i>N-A</i> – superficie labiale inc. sup.	4mm
<b>Ang. occl.-inc. inf.</b>	piano occlusale – asse maggiore inc. inf.	$70^\circ \pm 3^\circ$
<b>Inclinaz. inc. inf.</b>	<i>N-B</i> – asse maggiore inc. inf.	$25^\circ$
<b>Posiz. inc. inf.</b>	<i>N-B</i> – superficie labiale inc. inf.	4mm
<b>Angolo interincis.</b>	assi maggiori incisivi	$130^\circ \pm 5^\circ$
<b>Angolo occl.-mol. sup.</b>	piano occlusale – asse maggiore sesto sup.	$90^\circ \pm 3^\circ$

Soltamente l'analisi dentale serve a confermare le valutazioni cliniche già compiute. D'altro can-  
to, esistono numerosi casi in cui le valutazioni radiografiche differiscono notevolmente da quelle cliniche.

**Posizione incisivo superiore** La posizione degli

incisivi superiori viene determinata correlando i

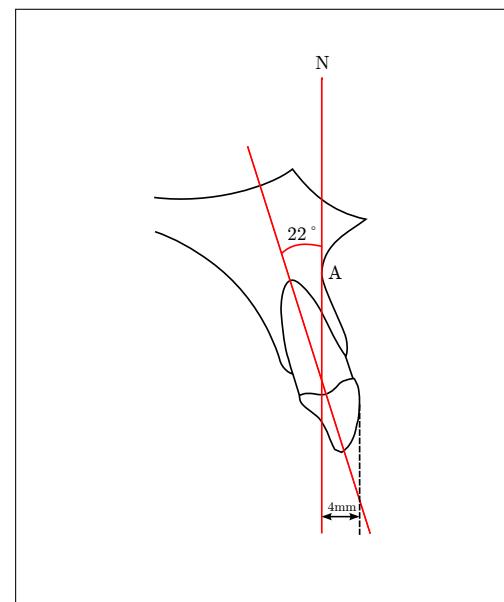
denti alla linea *N-A*. È possibile considerare due

valori: il primo riguarda l'angolazione dell'asse del dente e viene calcolato misurando il

valore in gradi dell'angolo tra *N-A* e l'asse del dente. Il secondo valuta il posizionamento

relativo, misurato in millimetri tra *N-A* e la superficie più labiale.

Usando questo metodo, gli incisivi centrali superiori dovrebbero essere posizionati in modo tale da avere la superficie più labiale ad una distanza di 4mm dalla linea, e



**Fig. 5.3.:** Posizione e angolazione “ideale” dell’incisivo superiore secondo Steiner

un'inclinazione di 22°.

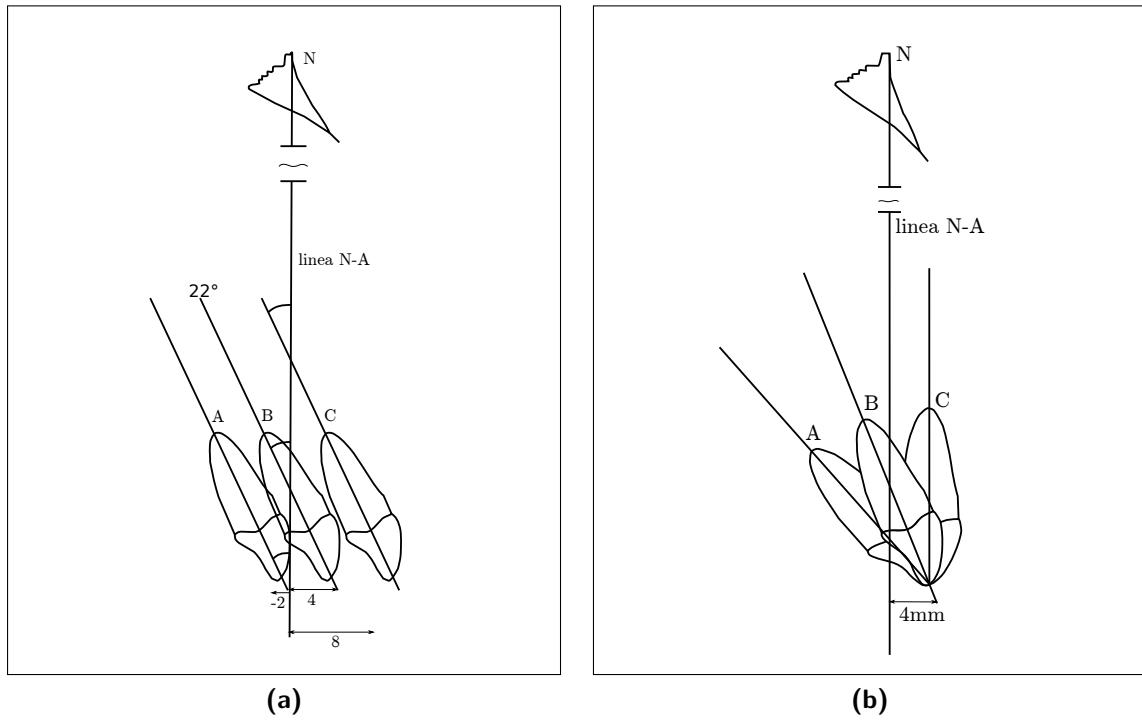
La sola valutazione dell'angolazione dell'incisivo superiore non è infatti sufficiente a dare un giudizio sulla posizione dei denti: potrebbe infatti capitare che l'angolazione sia corretta, ma che il dente sia traslato in avanti o indietro rispetto alla linea *N-A* (fig. 5.4a).

Allo stesso modo, la sola rilevazione della distanza millimetrica della superficie più labiale non è sufficiente. Non è difficile immaginare un incisivo a 4mm di distanza, ma inclinato diversamente (fig. 5.4b).

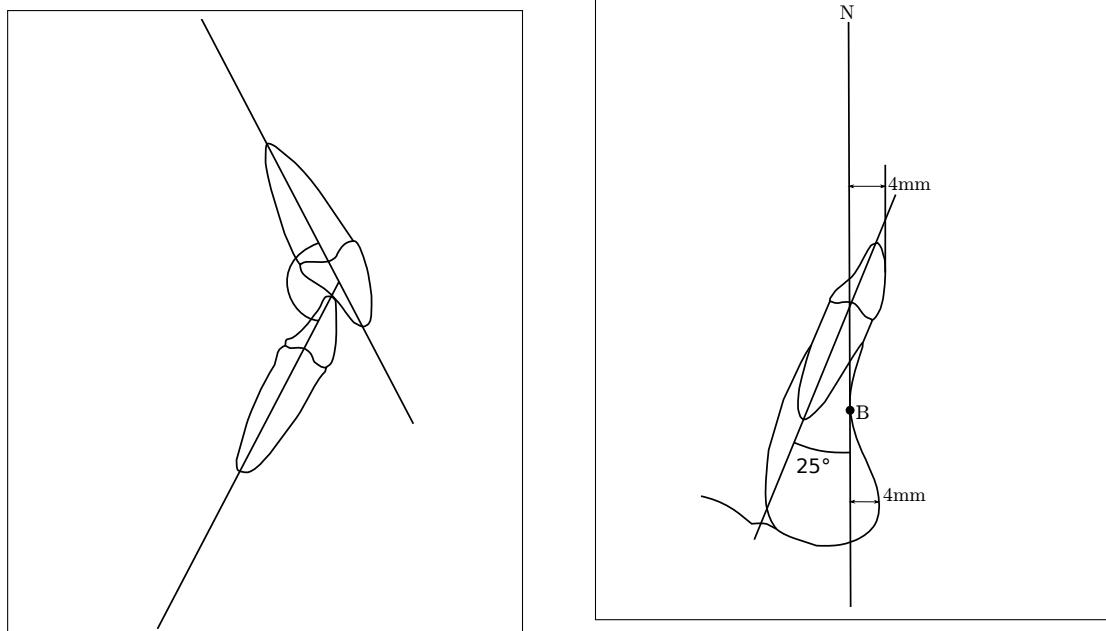
Giannì introdusse un ulteriore angolo, in rapporto al piano occlusale, con un valore medio di  $60^\circ \pm 2^\circ$ .

**Posizione incisivo inferiore** Allo stesso modo che per l'incisivo superiore, per valutare la posizione dell'incisivo inferiore si misurano la distanza millimetrica tra superficie più labiale e linea *N-B*, e valore angolare tra questa e l'asse maggiore del dente. Anche in questo caso, Giannì propose la valutazione angolare rispetto al piano occlusale.

**Angolo interincisale** L'angolo interincisale (fig. 5.5 nella pagina successiva) mette in relazione la posizione degli incisivi centrali superiore e inferiore. Il valore medio è  $130^\circ \pm 5^\circ$ : valori minori o maggiori indicano una necessità di variazione dell'inclinazione di uno



**Fig. 5.4.:** Inclinazione e posizione dell'incisivo superiore, in relazione alla linea  $N\text{-}A$ : (a) inclinazione corretta, ma posizione variabile; (b) posizione corretta, ma inclinazione variabile.



**Fig. 5.5.:** Angolo interincisale

**Fig. 5.6.:** Rapporto tra incisivo inferiore, linea  $N\text{-}B$  e mento.

o entrambi gli incisivi. Nell'ipertono muscolare il valore angolare tende ad aumentare, e gli incisivi tendono alla palatinizzazione; viceversa nell'ipotono muscolare il valore angolare tende a diminuire, e gli incisivi tendono a vestibolarizzarsi.

**Angolo occluso-molare superiore** introdotto da Giannì, obiettiva l'inclinazione del primo molare superiore rispetto al piano occlusale. Ha un valore medio di  $90^\circ \pm 3^\circ$ .

**Posizione sagittale primo molare superiore** secondo Giannì. Viene valutata al fine di evidenziare la presenza di una mesializzazione dell'arcata dentaria superiore. Tale valutazione è basata sui rapporti tra il primo molare superiore e la retta *S-Gn*. Nella Classe I scheletrica, tale retta passa per il centro della cuspide mesio-vestibolare del primo molare superiore. La posizione del molare, però, dev'essere considerata in rapporto alla posizione delle basi ossee: è necessario quindi considerare anche l'angolo  $\widehat{ANB}$ . Per esempio, per un  $\widehat{ANB}$  di  $5^\circ$  (Classe II), è normale una mesializzazione del primo molare di 3mm: con la riduzione in Classe I ( $\widehat{ANB}$  di  $2^\circ$ ), si avrà un avanzamento mandibolare di 3mm, per cui il molare sarà ben posizionato.

**Distanza tra *N-B* e il mento** Visto il generoso contributo del mento al profilo facciale, è necessario tenerlo in considerazione nella valutazione cefalometrica. Il grado di

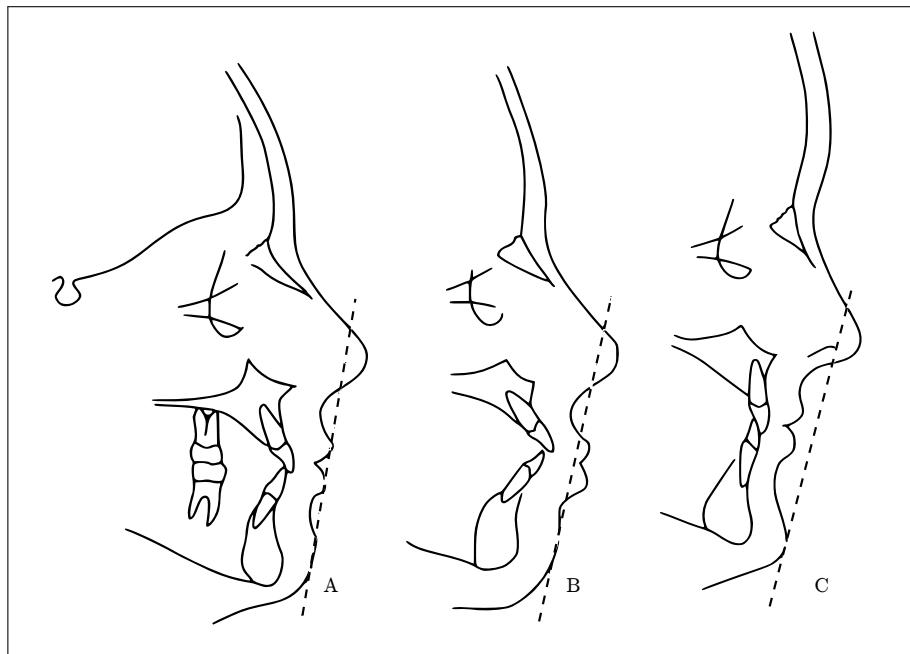
prominenza del mento contribuisce al posizionamento dei denti in arcata. Idealmente, secondo Holdaway<sup>24</sup>, la distanza tra la linea *N-B* e il mento dovrebbe essere uguale alla distanza tra la stessa linea e la superficie più labiale dell'incisivo inferiore (fig. 5.6). Una discrepanza di 2mm tra questi valori è accettabile, 3mm è meno desiderabile, ma ancora tollerabile. Una discrepanza superiore ai 4mm, invece, richiede generalmente un intervento.

### 5.3. Analisi dei tessuti molli

L'analisi dei tessuti molli consiste in una registrazione grafica delle osservazioni cliniche effettuate durante l'esame del paziente. Essa include una valutazione dell'adattamento dei tessuti al profilo osseo sottostante, tenendo in considerazione dimensioni, forma e postura delle labbra. Viene inoltre analizzato lo spessore dei tessuti molli sulla sinfo-mentoniera e sulla struttura nasale, e al loro rapporto con la parte inferiore della faccia. Steiner, Ricketts, Holdaway e Meddfield hanno sviluppato criteri e linee di riferimento per l'armonia del profilo facciale. Sebbene non possa esistere un concetto uniforme di cosa costituisca un profilo ideale, la *linea S* di Steiner (fig. 5.7) è molto usata nell'ortodonzia odierna per determinare l'equilibrio dei tessuti molli facciali. Le labbra, secondo Steiner,

---

<sup>24</sup>Holdaway, "Changes in relationship of points A and B during orthodontic treatment".



**Fig. 5.7.: Linea S di Steiner: (a) labbra in equilibrio, (b) labbra protruse, (c) profilo retruso**

dovrebbero toccare una linea passante dal contorno del mento al punto mediano di una

S formata dal bordo inferiore del naso. Questa linea viene chiamata *linea S*.

Labbra posizionate oltre questa linea tendono alla protrusione, e il trattamento richiesto solitamente prevede un retroposizionamento dentale o scheletrico. Se invece le labbra sono posizionate posteriormente, il paziente ha un profilo generalmente interpretato come “concavo”, la cui correzione ortodontica prevede un avanzamento dei denti, causando un avanzamento delle labbra.

Giannì effettua una modifica alla linea estetica di Steiner, tale da renderla attendibile nei casi di eccessivo o tardivo accrescimento della piramide nasale, secondo le critiche di

Müller<sup>25</sup>. Egli, infatti, considera come punto di mezzo del sotto-setto nasale (il “centro” della S secondo Steiner) il punto di mezzo di una linea perpendicolare alla retta  $N-AN$  ( $AN$  è l’apice dell’osso nasale) passante per  $PS$  (piede del sotto-setto nasale).

Nel caso in cui esistano le indicazioni clinica all’estrazione di premolari, la linea estetica è un’importante guida nella scelta dei premolari da estrarre. Se, infatti, il labbro dell’arcata coinvolta oltrepassa la linea estetica, allora è giustificata l’estrazione dei due primi premolari; è giustificata invece l’estrazione dei secondi premolari nel caso in cui il labbro coincida con la linea estetica. La spiegazione di questo ragionamento va ricercata nella stretta correlazione tra la zona delle estrazioni e il collasso del labbro: più le estrazioni sono posteriori, meno il labbro collassa e, pertanto, meno il profilo si modifica.

---

<sup>25</sup>Müller, “Evaluation esthétique du profil cutané”.

# 6. Analisi di Ricketts

Tutte le analisi cefalometriche prevedono l'identificazione di diversi punti craniofacciali.

Molti di questi punti sono tradizionali; altri, invece, possono essere specifici di un'analisi in particolare. In questo capitolo si discuterà dell'analisi ideata da Robert M. Ricketts<sup>26</sup>.

## 6.1. Punti cefalometrici

**Condilo (DC)** punto al centro del collo del condilo sul piano *N-Ba*.

**Centro del cranio (CC)** punto di intersezione del piano *N-Ba* con l'asse facciale di Ricketts, che unisce *PT-Gn*.

---

<sup>26</sup>Lucchese, *Guida allo studio del metodo di analisi cefalometrica di R.M. Ricketts e del V.T.O. Ricketts*, “A foundation for cephalometric communication”, “Cephalometric Analysis and Synthesis”, “Cephalometric synthesis”; Veltri, *Diagnosi cefalometrica secondo Ricketts*.

**CF** punto di intersezione del piano di Francoforte (*Or-Po*) con la verticale pterigoidea *PTV*, retta perpendicolare al piano di Francoforte passante per il punto *PT* e tangente il bordo posteriore della fessura pterigoidea.

**Xi** punto geometrico del centro del ramo mandibolare. Per identificarlo, bisogna far riferimento al piano di Francoforte e al *PTV*, che sono tra loro perpendicolari. Localizzando la parte più interna della concavità anteriore del ramo della mandibola come  $R_1$ , si traccia da questo una retta parallela al piano di Francoforte, fino al bordo posteriore del ramo della mandibola  $R_2$ . Si definisce quindi  $R_3$  come il punto più basso dell'incisura sigmoidea; facendo partire da questo una retta parallela a *PTV*, si ricava in basso il punto  $R_4$ . A questo punto si costruisce un rettangolo, tracciando parallele a *PTV* e al piano di Francoforte passanti per  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ed  $R_4$ . A questo punto si tracciano le diagonali del rettangolo, e il loro punto d'intersezione sarà il punto *Xi*.

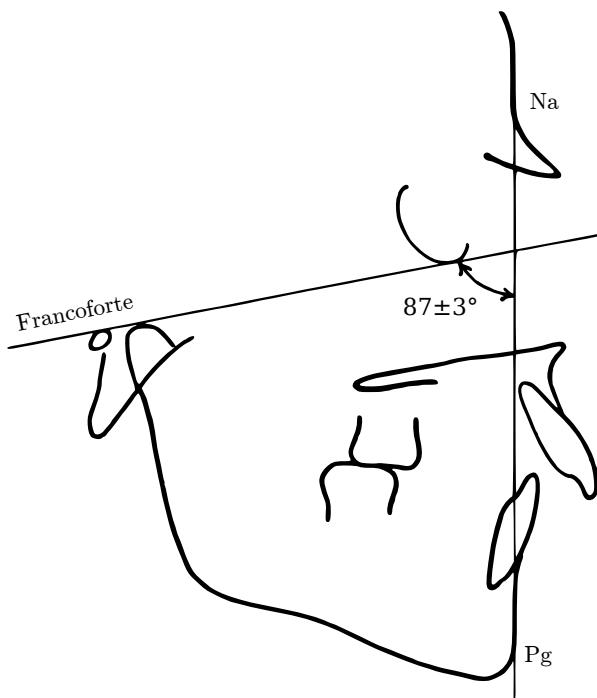
**Incision superiore (Is)** è il punto di contatto più basso degli angoli mesiali degli incisivi superiori, corrispondente alla parte più bassa del profilo del bordo incisivo superiore.

**Incision inferiore (li)** è il punto di contatto più alto degli angoli mesiali degli incisivi inferiori, corrispondente alla parte più alta del profilo del bordo incisivo inferiore.

**Pronasale cutaneo (Pn)** è il punto più sporgente della prominenza nasale.

**Pogonion cutaneo (Pog<sub>c</sub>)** è il punto più sporgente dell'eminenza mentale.

## 6.2. Analisi craniofacciale



**Fig. 6.1.:** Angolo facciale di Downs

**Angolo facciale di Downs** (fig. 6.1) dato dal piano facciale (*N-Pog*) col piano di Francoforte, indica la posizione più o meno avanzata della mandibola sul piano sagittale. Il valore medio è  $87^\circ$  a 9 anni, aumenta di  $1^\circ$  ogni 3 anni. La deviazione standard è  $\pm 3^\circ$ .

**Asse facciale di Ricketts** linea che congiunge il punto *PT* con lo *Gnathion*. Questa linea forma un angolo con il piano della base del cranio (*N-Ba*) nella parte posteroinferiore il cui valore medio normale è di  $90^\circ$ , con una deviazione standard di  $\pm 3^\circ$ . Indica la traiettoria di crescita della mandibola: in avanti crescita orizzontale antioraria, in dietro e in basso crescita oraria, in avanti e in basso crescita neutrale; esprime la posizione della mandibola sul piano verticale.

**Angolo della conicità facciale** o angolo piano facciale-piano mandibolare: indicativo dello sviluppo in altezza della parte posteriore della faccia. Ha un valore medio di  $68^\circ$ , con una deviazione standard di  $\pm 4^\circ$ . Un angolo superiore indica un soggetto ortognatico (brachi-facciale), un angolo inferiore un soggetto prognatico (dolico-facciale).

**Angolo piano di Francoforte-piano mandibolare** esprime il grado di inclinazione mandibolare, e la posizione verticale della mandibola. Ha un valore medio di  $26^\circ$ , che diminuisce con l'età, con una deviazione standard di  $\pm 4^\circ$ . Un angolo superiore indica un soggetto prognatico (dolico-facciale), un valore inferiore un soggetto ortognatico (brachi-facciale).

**Angolo piano di Francoforte-piano N-A** è la profondità mascellare, indica la posizione più o meno avanzata del mascellare superiore sul piano sagittale. Ha un valore medio di  $90^\circ \pm 3^\circ$ .

**Angolo dell'altezza facciale superiore** formato dal piano *N-CF* con il piano *CF-A*, indica la posizione del mascellare superiore sul piano verticale. Ha un valore medio di  $54^\circ$  a 9 anni, che aumenta di  $1^\circ$  ogni 3 anni. La deviazione standard è  $\pm 3^\circ$ . La maggiore apertura di quest'angolo indica la presenza di una post-rotazione, con possibile deep-bite. Viceversa una minore apertura indica una ante-rotazione, con possibile open-bite.

**Angolo piano di Francoforte con il piano bispinale** è indicativo dell'orientamento del mascellare superiore verso l'alto o verso il basso. Ha un valore medio di  $1^\circ \pm 3^\circ$ .

**Angolo N-Ba con il piano di Francoforte** angolo supero-anteriore, esprime il grado di inclinazione della base cranica. Ha un valore medio di  $26^\circ \pm 2^\circ$ . Valori superiori indicano una crescita verso il basso del Basion (crescita antioraria); valori inferiori indicano una crescita in dietro del Basion (crescita oraria).

**Lunghezza base cranica anteriore** misurata tra il punto *CC* e il punto *N*. Ha un valore medio di  $56 \pm 3$  mm a 10 anni, e aumenta di 0,8 mm ogni anno. Valori superiori indicano

che il soggetto è di tipo prognatico (dolico-facciale), valori inferiori che il soggetto è ortognatico (brachi-facciale).

**Altezza facciale posteriore** distanza *CF-Go*, ha un valore medio di  $56 \pm 4$ mm a 8 anni.

Valori superiori indicano un aumento in altezza del ramo mandibolare, valori inferiori ne indicano un accorciamento; questo dato serve a valutare la causa di un eventuale open-bite o deep-bite (se le dimensioni della branca montante, oppure una rotazione mandibolare).

**Posizione del Porion** distanza tra il Porion e il piano pterigoideo verticale. Valore medio di  $39 \pm 2$ mm a 9 anni, aumenta di 0,5mm per anno. Una posizione avanzata di *Po* può nascondere una eccessiva crescita mandibolare (III classe), viceversa una posizione distale può nascondere un iposviluppo mandibolare (II classe).

**Angolo piano *CF-Xi* con la linea verticale pterigoidea** dà la posizione del ramo mandibolare, ha un valore medio di  $15 \pm 3^\circ$ . Valori superiori indicano una crescita posteriore della mandibola, valori inferiori una crescita anteriore.

**Angolo dell'arco mandibolare** formato dal prolungamento dell'asse del corpo mandibolare (*Xi-PM*) con l'asse condilare (*Xi-DC*). Il valore medio è di  $27 \pm 5^\circ$  a 9 anni; valori

superiori indicano che la mandibola è orientata orizzontalmente, mentre valori inferiori indicano che la mandibola è orientata in basso e indietro, cioè il corpo mandibolare è molto inclinato.

**Lunghezza del corpo mandibolare** è data dalla distanza *Pm-Xi*. Il valore medio è di  $67 \pm 3$ mm a 9 anni. Indica il grado di sviluppo mandibolare: valori inferiori indicano che la mandibola è corta, e può essere causa di retrognazia mandibolare; valori superiori indicano una mandibola lunga, e quindi causa di prognatismo mandibolare.

### 6.3. Analisi del sistema scheletrico

**Convessità** è data dalla distanza del punto *A* dal piano facciale. Valori medi normali sono da 3 a 5mm, con una deviazione standard di  $\pm 2$ mm. La convessità è indicativa della posizione del mascellare superiore in rapporto alla mandibola. Essa è positiva quando il punto *A* è anteriore al piano facciale, e indica un modello scheletrico di Classe II. È invece negativa quando il punto *A* è posteriore al suddetto piano, e indica un modello scheletrico di Classe III. La convessità diminuisce con l'età, soprattutto in pazienti con un buon potenziale di crescita orizzontale.

**Altezza facciale inferiore** è data dal valore dell'angolo *SNA-Xi-Pm*, il cui valore medio normale è di  $47 \pm 4^\circ$ , e non si modifica con la crescita. Quest'angolo esprime una tipologia sul piano verticale, di open-bite (valori superiori) o deep-bite (valori inferiori) scheletrico del terzo inferiore della faccia.

## 6.4. Analisi dentale

**Relazione dei molari sul piano sagittale** viene calcolata la distanza tra le superfici distali dei primi molari superiori ed inferiori, misurati sul piano occlusale. Valori medi sono:

- Classe I: -3mm;
- Classe II: 0mm o maggiore;
- Classe III: -6mm.

Valori negativi sono indicativi di una posizione distale dei molari superiori rispetto agli inferiori.

**Relazione dei canini sul piano sagittale** è data dalla distanza tra le cuspidi dei canini misurata sul piano occlusale.

- Classe I:  $-2 \pm 0,7\text{mm}$ ;

- Classe II:  $+1\text{mm}$ ;

- Classe III:  $-5 \pm 3\text{mm}$ .

### **Rapporto tra incisivi superiori ed inferiori sul piano antero-posteriore (*overjet*)**

distanza sagittale dei margini incisivi misurata sul piano occlusale. Valore medio  $2,5 \pm 2,5\text{mm}$ .

**Rapporto verticale tra incisivi superiori ed inferiori (*overbite*)** distanza verticale tra i margini incisivi, misurata perpendicolarmente al piano occlusale. Valore medio  $2,5 \pm 2\text{mm}$ .

**Angolo interincisivo**, formato dagli assi degli incisivi. Valore medio  $130 \pm 6^\circ$ . Per i soggetti prognatici il valore normale varia da  $115^\circ$  a  $125^\circ$ , per i soggetti ortognatici da  $135^\circ$  a  $145^\circ$ . Valori inferiori indicano una vestibolarizzazione degli incisivi, viceversa una lingualizzazione.

## 6.5. Rapporti dento-scheletrici

**Posizione del primo molare superiore** data dalla distanza tra la superficie distale del sesto superiore e il piano pterigoideo verticale. Il valore medio normale è uguale all'età del paziente  $+ 3 \pm 3\text{mm}$ .

**Posizione dell'incisivo inferiore in relazione ai mascellari** data dalla distanza del margine incisale inferiore dalla linea *A-Pog*, con un valore medio di  $2,4 \pm 2\text{mm}$ . La misura è positiva quando l'incisivo è davanti alla linea *A-Pog*, negativa quando è indietro.

**Inclinazione dell'incisivo inferiore** misurata dall'angolo che l'asse incisivo inferiore forma con la linea *A-Pog*. Ha un valore medio di  $22 \pm 4^\circ$ ; valori superiori indicano un tipo scheletrico prognatico (dolico-facciale), valori inferiori un tipo ortognatico (brachifacciale).

**Inclinazione dell'incisivo superiore** misurata dall'angolo che l'asse incisivo superiore forma con la linea *A-Pog*. Ha un valore medio di  $28 \pm 4^\circ$ , e dev'essere parallelo all'asse facciale.

**Inclinazione del piano occlusale** è data dall'angolo che il piano occlusale forma con l'asse del corpo mandibolare *Xi-PM*. Ha un valore medio di  $22^\circ$  a 8 anni e  $20^\circ$  a 12 anni,

e diminuisce di  $0,5^\circ$  ogni anno. Ha una deviazione standard di  $\pm 2^\circ$ .

## 6.6. Analisi estetica

**Rapporto del labbro inferiore con la linea estetica E di Ricketts** il cui valore medio è  $-2 \pm 2\text{mm}$ . Con il labbro in posizione normale va da  $-2$  a  $0\text{mm}$ . Il labbro si dice retruso se è oltre i  $-3\text{mm}$ , altrimenti è protruso oltre i  $3\text{mm}$ .

# **Analisi proporzionali**

## 7. Analisi delle controparti di Enlow

Quest'analisi rappresenta il metodo cefalometrico secondo Donald Enlow, in cui le varie parti facciali e craniche vengono paragonate le une alle altre: il soggetto in esame viene confrontato con sé stesso, e non con la media della popolazione.

Prima di descrivere il metodo dettagliatamente è necessario soffermarsi su due termini: *dimensione* (orizzontale e verticale) e *allineamento* (tipo di rotazione) dell'osso.

La *dimensione* rappresenta la misura assoluta di una lunghezza; una determinata zona può essere lunga o corta rispetto al suo combaciamento con le altre parti vicine.

L'*allineamento* rappresenta la misura relativa di una lunghezza che, proiettata su un piano di riferimento, ha subito una rotazione; qualsiasi movimento di rotazione infatti può aumentare o diminuire la misura della proiezione di una dimensione.

Pertanto, per poter analizzare tra loro due controparti non è sufficiente conoscerne

la dimensione, ma è necessario anche valutarne l'allineamento e comprendere quanto questo influisca sulle loro effettive dimensioni.

Il principio razionale di questa analisi è il confronto tra la dimensione verticale e/o la dimensione orizzontale di una parte con la sua controparte specifica. Se esse corrispondono, esiste un equilibrio dimensionale; al contrario se divergono, lo squilibrio che ne risulta può causare un effetto di retrusione o di protrusione della parte coinvolta.

Nell'analisi delle controparti di Enlow sono previste due fasi:

1. una *statica*, in cui ogni parte è paragonata alla sua controparte senza considerare le medie della popolazione (tracciato funzionale);
2. una *dinamica*, in cui il soggetto viene confrontato con un tracciato ideale.

## 7.1. Punti di repere

Oltre ai *classici* punti di repere cefalometrici (Sottospinale, Sopramentale, Menton, ...), Enlow utilizzò dei punti cefalometrici propri.

**Fronto-Mascellare (FM)** punto mediano di unione tra osso frontale, osso mascellare e osso nasale. Corrisponde al margine posteriore della sutura fronto-nasale (il cui margine

anteriore è rappresentato da  $N$ ).

**Sutura sfeno-etmoidale (Se)** punto mediano di intersezione del profilo anteriore della cresta sfenoidale con il pavimento della fossa cranica media.

**Fessura pterigo-mascellare (PTM)** punto più basso della fessura pterigo-mascellare (un'area bilaterale radiotrasparente a forma di goccia).

**Articolare di Björk (Ar)** punto bilaterale di intersezione tra il bordo inferiore del massiccio sfeno-occipitale e la superficie posteriore dei condili. Non rappresenta una struttura ossea, ma è un'immagine radiografica: indica la posizione del condilo nel punto in cui emerge dalla cavità glenoidea.

**Contatto molare (Cm) e contatto molare deciduo (cm)**, punto bilaterale di contatto molare disto-occlusale delle cuspidi dei primi molari permanenti e decidui.

**Prosthion superiore (SPr) e prosthion inferiore (IPr)**, punto mediano più sporgente del processo alveolare della mascella e della mandibola, tra gli incisivi centrali.

**Tuberosità linguale (LT)** punto bilaterale ottenuto dall'intersezione del piano occlusale con il margine anteriore del ramo mandibolare, rappresenta l'abitacolo per l'ultimo

molare (primo, secondo o terzo, secondo la fase di maturazione dentaria).

## 7.2. Punti, piani ed angoli nel tracciato funzionale

**Piano occlusale funzionale (POF)** linea che unisce l'intercuspidazione dei primi molari nel punto di contatto più occlusale (*Cm* o *cm*) e per il contatto tra i premolari (o molari decidui).

**Linea di riferimento (REF)** retta parallela al *POF*, passante per *Ar*. Rappresenta l'asse di riferimento su cui vengono proiettate alcune delle componenti orizzontali per poter essere confrontate tra loro.

**Piano orizzontale della base cranica (Se-FM)** piano passante per i punti *Se* e *FM*. Viene utilizzato per delineare il margine superiore del complesso naso-mascellare.

**Piano verticale pterigo-mascellare (PM)** piano verticale passante per *Se* e per *PTM*. Rappresenta un confine strategico tra il complesso naso-mascellare, la base cranica e il faringe. Delimita il margine posteriore del mascellare superiore e viene usato per misurare l'altezza posteriore del complesso naso-mascellare.

**Piano verticale naso-mascellare anteriore (CVA)** parallelo a *PM*, passante per *FM*.

Delimita il margine anteriore del complesso naso-mascellare, e viene usato per misurarne l'altezza anteriore.

**Piano verticale pavimento cranico-ramo (CVP)** parallelo a *PM*, passante per *Ar*.

Delimita il margine posteriore della base cranica e del ramo mandibolare, e viene usato per misurare l'altezza posteriore di tale complesso.

**Pavimento cranico posteriore (PCF)** unisce *Se* e *Ar*, rappresenta il pavimento della base cranica media e posteriore.

**Allineamento posteriore del ramo (PRA)** distanza tra *Ar* e *POF* nella sua intersezione con il margine posteriore del ramo mandibolare. Rappresenta il limite posteriore del ramo.

**Allineamento anteriore del ramo (ARA)** parallelo a *PRA*, ha come estremità l'asse *REF* e *POF* nel suo punto d'intersezione con il margine anteriore del ramo (punto *LT*).

**Mascellare basale (A-PM)** distanza tra *A* e *PM*, tracciata parallelamente all'asse *REF*. Rappresenta la lunghezza del mascellare a livello basale.

**Mascellare dento-alveolare ( $SPr-PM$ )** distanza tra  $SPr$  e  $PM$ , tracciata parallelamente all'asse  $REF$ . Rappresenta la lunghezza del mascellare a livello dento-alveolare.

**Corpo mandibolare basale ( $B \perp REF-ARA$ )** distanza tra la proiezione ortogonale di  $B$  su  $REF$  ( $B \perp REF$ ) e  $ARA$  nel suo punto di intersezione con  $REF$ . Rappresenta la lunghezza del corpo mandibolare a livello basale.

**Corpo mandibolare dento-alveolare ( $IPr \perp REF-ARA$ )** come il precedente, utilizzando  $IPr$  invece di  $B$ . Rappresenta la lunghezza del corpo mandibolare a livello dento-alveolare.

**Angolo della base cranica** formato dall'intersezione tra il pavimento della base cranica posteriore  $PCF$  e il piano verticale  $PM$ , letto nel punto  $Se$  (angolo  $Ar\widehat{Se}PTM$ ).

### 7.3. Punti, piani ed angoli nel tracciato neutro

**Sfeno-etmoidale neutro ( $Sen$ )** punto di una circonferenza con centro in  $Ar$  e raggio uguale a  $PCF$ , in cui si ottiene un angolo della base cranica uguale a  $40.3^\circ$ .

**Piano verticale pterigo-mascellare neutro ( $PMn$ )** retta parallela a  $PM$  tale da formare in  $Sen$  un angolo ideale di  $40.3^\circ$  con il pavimento cranico posteriore neutro ( $PCFn$ ).

**Pavimento cranico posteriore neutro (*PCFn*)** raggio del cerchio che ha centro in *Ar* e che forma con *PMn* un angolo di 40.3° nel punto *Sen*.

**Angolo della base cranica neutro** in condizioni ideali, deve avere un valore di 40.3°.

**Piano occlusale neutro (*POn*)** retta perpendicolare a *PMn*, passante per l'intercuspidazione dei primi molari nel punto di contatto interocclusale più distale (*Cm* o *cm*).

**Gonion neutro (*Gon*)** punto di mezzo, individuato lungo la tangente al bordo inferiore del corpo mandibolare, tra il piano *PMn* e il piano verticale *CVP*.

## 7.4. Analisi statica del tracciato cefalometrico

La lettura del tracciato statico prevede due fasi:

- analisi dell'equilibrio verticale
- analisi dell'equilibrio verticale

In una fase successiva si analizzerà poi il tracciato neutro (*analisi dinamica*).

## **Analisi dell'equilibrio verticale**

L'equilibrio verticale viene valutato mettendo a confronto tra loro le controparti verticali.

Tali controparti sono costituite da:

- $CVA$ , componente verticale anteriore;
- $PM$ , componente verticale media;
- $CVP$ , componente verticale posteriore.

**Componente verticale anteriore ( $CVA$ )** considerata come la distanza tra  $FM$  e  $POF$ ,

misurata lungo il piano verticale naso-mascellare anteriore  $CVA$ . Rappresenta la dimensione verticale della porzione anteriore del complesso naso-mascellare.

**Componente verticale media ( $PM$ )** considerata come la distanza tra  $Se$  e  $POF$ ,

misurata lungo il piano verticale pterigo-mascellare  $PM$ . Rappresenta la dimensione verticale della porzione posteriore del complesso naso-mascellare.

**Componente verticale posteriore ( $CVP$ )** considerata come la distanza tra il piano  $Se-FM$  e  $POF$ , misurata lungo il piano verticale del pavimento cranico-ramo  $CVP$ .

Rappresenta la dimensione verticale del complesso cranio-ramo.

**Valutazione dell'equilibrio** Le tre misurazioni poste a confronto sono ritenute in equilibrio fisiologico quando la differenza tra loro è minima, e comunque a favore della componente verticale anteriore *CVA*; si definisce inoltre armonica la condizione in cui il piano orizzontale *Se-FM*, prolungato posteriormente, sfiora i processi clinoidei.

Uno squilibrio verticale si realizza quando anche una sola delle tre componenti risulta troppo corta, o troppo lunga, rispetto ad una condizione ideale:

1. una *CVA* ridotta coincide con un piano bispinale in antero-rotazione;
2. una *CVA* ridotta, in concomitanza con una *PM* ridotta, causa un'antero-rotazione mandibolare, con chiusura dell'angolo goniaco;
3. una *PM* lunga, in concomitanza o meno con una *CVA* lunga, causa una post-rotazione mandibolare, con apertura dell'angolo goniaco.

## **Analisi dell'equilibrio orizzontale**

L'equilibrio orizzontale è valutato mettendo a confronto le controparti orizzontali tra loro:

- *controparti orizzontali posteriori*
  - base cranica (*PCF*)

- ramo mandibolare (*PRA-ARA*)
- *controparti orizzontali anteriori*
  - mascellare superiore basale (*A-PM*)
  - mascellare superiore dento-alveolare (*SPr-PM*)
  - corpo mandibolare basale (*B $\perp$ REF-ARA*)
  - corpo mandibolare dento-alveolare (*IPr $\perp$ REF-ARA*)

**Base cranica** rappresentata dalla proiezione ortogonale di *PCF* sull'asse di riferimento *REF*.

**Ramo mandibolare** rappresentata dalla distanza lungo l'asse *REF* tra i segmenti *PRA* e *ARA*.

**Mascellare basale** rappresentata dalla distanza tra il punto *A* e la verticale pterigomassellare *PM*, tracciata parallelamente all'asse *REF*.

**Mascellare dento-alveolare** come la misura precedente, utilizzando il punto *SPr* al posto di *A*.

**Corpo mandibolare basale** rappresentata dalla distanza tra la proiezione ortogonale del punto *B* sull'asse *REF* e *ARA* nel suo punto d'intersezione con *REF*.

**Corpo mandibolare dento-alveolare** come la misura precedente, utilizzando il punto *IPr* al posto di *B*.

**Valutazione dell'equilibrio** È necessario mettere a confronto separatamente le misurazioni, espresse in millimetri, delle controparti orizzontali posteriori e di quelle anteriori.

Bisogna quindi valutare:

- la base cranica e il ramo mandibolare;
- il mascellare e il corpo mandibolare basali;
- il mascellare e il corpo mandibolare dento-alveolari.

Tale confronto viene effettuato utilizzando il metodo della “differenza millimetrica”, che considera armonica e ideale una condizione in cui la differenza tra parte e controparte varia da 0 a 2mm. In alternativa, Tollaro ha utilizzato il “metodo del coefficiente”, che valuta il rapporto tra parte e controparte, e in cui si ha una condizione di equilibrio quando il coefficiente è uguale a uno.

Quando la base cranica è in equilibrio con il ramo mandibolare, e il mascellare superiore con la mandibola, si ottiene un equilibrio *sagittale* riconducibile ad una Classe I scheletrica.

Si realizza uno squilibrio orizzontale quando anche una sola delle controparti risulta troppo corta, o troppo lunga, rispetto alla condizione ideale:

1. se il corpo mandibolare è piccolo, o il ramo mandibolare è stretto, si realizza una malocclusione di Classe II a componente mandibolare;
2. se il mascellare superiore è grande, o la base cranica è larga, si realizza una malocclusione di Classe II a componente mascellare;
3. se il corpo mandibolare è grande, o il ramo mandibolare è largo, si realizza una malocclusione di Classe III a componente mandibolare;
4. se il mascellare superiore è piccolo, o la base cranica è stretta, si realizza una malocclusione di Classe III a componente mascellare.

Esistono casi in cui si realizza un equilibrio sagittale anche in presenza di squilibri tra le singole parti e controparti, attraverso meccanismi di compenso.

1. se il corpo mandibolare è piccolo, un ramo largo compenserà lo squilibrio (e viceversa);

2. se il mascellare superiore è piccolo, una base cranica larga compenserà lo squilibrio (e viceversa).

## 7.5. Analisi dinamica del tracciato cefalometrico

L'analisi delle controparti termina con il confronto tra il tracciato statico precedentemente descritto, definito come *tracciato funzionale*, e un tracciato cosiddetto *neutro*. In questa fase viene inserito il *fattore rotazionale verticale* di tre strutture: base cranica, piano occlusale e ramo mandibolare.

Nell'analisi del tracciato si considerano:

- l'angolo della base cranica, misurato in  $\widehat{Se}$ ;
- il piano occlusale funzionale *POF*;
- il punto *Go*.

La valutazione di eventuali rotazioni si esegue attraverso la costruzione delle corrispondenti posizioni “neutre”, e il confronto tra queste e quelle proprie del paziente. Si considerano quindi ideali:

1. un angolo della base cranica di  $40.3^\circ$ ;

2. un *Gon* localizzato a metà tra il piano verticale posteriore *CVP* e il piano verticale *PM*;
3. un *POn* perpendicolare al piano verticale neutro *PMn*.

L'unico valore di riferimento è quindi l'angolo ideale della base cranica, di  $40.3^\circ$ . Si esegue quindi la costruzione del tracciato neutro, e si sovrappone su quello funzionale, permettendo così di individuare graficamente il movimento di rotazione delle tre strutture prese in considerazione. Se i due tracciati risultano essere sovrapposti, si è in presenza di una condizione di equilibrio.

Le condizioni di squilibrio sono:

1. un angolo della base cranica inferiore a  $40.3^\circ$ , che indica uno scarso sviluppo verticale naso-mascellare, e un effetto di rotazione antioraria dell'angolo goniaco, con protrusione mandibolare di compenso;
2. un angolo della base cranica superiore a  $40.3^\circ$ , che indica un'eccessiva discesa del complesso naso-mascellare, con protrusione del mascellare e un effetto di rotazione oraria dell'angolo goniaco, con retrusione mandibolare;
3. un piano occlusale non perpendicolare a *PM*, che indica una rotazione mandibolare, seguita da una modificazione (apertura/chiusura) dell'angolo goniaco.

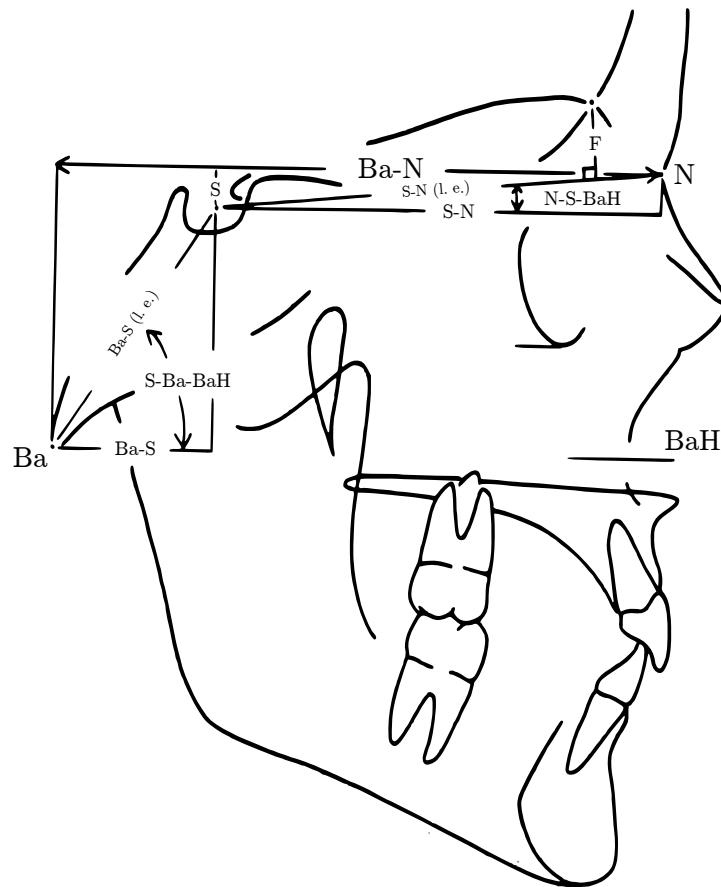
## 8. Analisi proporzionale di Coben

Quest'analisi<sup>27</sup> inquadra il cranio in un sistema di coordinate rettangolare, in cui l'asse orizzontale delle ascisse è il *Basion Orizzontale (BaH)*, il punto d'origine è il *Basion (Ba)*, e l'asse delle ordinate è il *Basion Verticale (BaV)*. L'asse delle ascisse, in questo sistema, è parallelo al *piano di Francoforte FH*. Le misurazioni della profondità facciale sono l'espressione della componente orizzontale della crescita, relativa al *forame occipitale* (o *forame magno*). In maniera simile, le misurazioni dell'altezza facciale sono espressione della componente verticale di crescita, relativa al forame occipitale.

Le misurazioni orizzontali vengono prese parallelamente a *BaH*, quelle verticali parallelamente a *BaV*. Il sistema di coordinate rettangolare permette misure lineari dei segmenti

---

<sup>27</sup>Antonini, Vichi e Montigiani, "Considerazioni sull'analisi proporzionale di Coben"; Coben, "Basion horizontal coordinate tracing film", "Method for cephalometric quantitation and expression of growth"; Manetti, "Presentazione del trattamento ortodontico-chirurgico di casi di Classe III (Verifica secondo Coben)".



**Fig. 8.1.:** Analisi della base cranica secondo Coben

craniofacciali e, attraverso un sistema di proporzioni, la valutazione dei rapporti tra i singoli segmenti, fornendo un profilo individuale.

Quest'analisi quantifica ed esprime la crescita cefalometrica analizzando cinque regioni: base cranica, profondità facciale, altezza facciale, elementi dentari e profilo.

## 8.1. Analisi della profondità

### Base cranica

**Profondità totale effettiva della base cranica** *Ba-N*, è una delle poche misure assolute di quest'analisi. È propria di ciascun soggetto, e ad essa vengono rapportate tutte le misure antero-posteriori. Il suo valore medio è di  $83,1 \pm 3,75$  mm. Essa viene suddivisa in **profondità della base cranica posteriore** e **profondità della base cranica anteriore**.

**Profondità della base cranica posteriore** *Ba-S*, rappresenta il contributo della parte posteriore alla profondità totale della base cranica. Essa varia al variare della lunghezza del tratto *Ba-S* e della sua inclinazione rispetto al *BaH*. Più questo piano è orizzontale, più la sua dimensione e la sua crescita contribuisce alla profondità craniofacciale; più è verticale, più contribuisce all'altezza. È questa misura che riflette l'entità e la direzione di crescita della sincondrosi sfeno-occipitale.

**Profondità della base cranica anteriore** *S-N*, è simile all'analogo posteriore: anch'esso viene misurato in termini angolari in relazione al *BaH*. Poiché il processo di crescita della base cranica anteriore si modifica dopo i sette anni, la porzione *S-N* viene suddivisa in

un segmento che può essere considerato rappresentativo della vera base cranica, e in un segmento che rappresenta lo spessore dell'osso frontale. Anatomicamente, i limiti della base cranica anteriore sarebbe rappresentato dal tratto tra la fossa dell'ipofisi al forame cieco. Poiché quest'ultimo non è radiograficamente visibile, viene utilizzato un punto cefalometrico, il *frontale*, definito come il punto di mezzo tra le immagini del soffitto delle orbite, nel punto in cui incrociano la lamina interna dell'osso frontale. Questo punto di repere viene quindi proiettato su *S-N* in maniera perpendicolare: questo sarà il *frontale costruito F*. I due segmenti in cui viene diviso *S-N* sono quindi *S-F* e *F-N*. Fino a circa 7 anni, la crescita di *S-N* si esplica tutta nel tratto *S-F*, con la crescita della sutura sfeno-etmoidale. Con la chiusura di questa, il segmento *S-F* si stabilizza, mentre il tratto *F-N* mostra un aumento (dovuto all'ispessimento dell'osso frontale). Misurando l'angolo della base cranica posteriore (*S-Ba-BaH*, indicato con *BaS∠*), e l'angolo della base cranica anteriore (*N-S-BaH*, indicato con *SN∠*), si sta effettivamente misurando l'effetto combinato dell'angolo della base cranica, e della postura della testa, sulle effettive profondità ed altezza della base cranica totale, *Ba-N*. Queste variabili sono correlate tra loro secondo l'equazione:

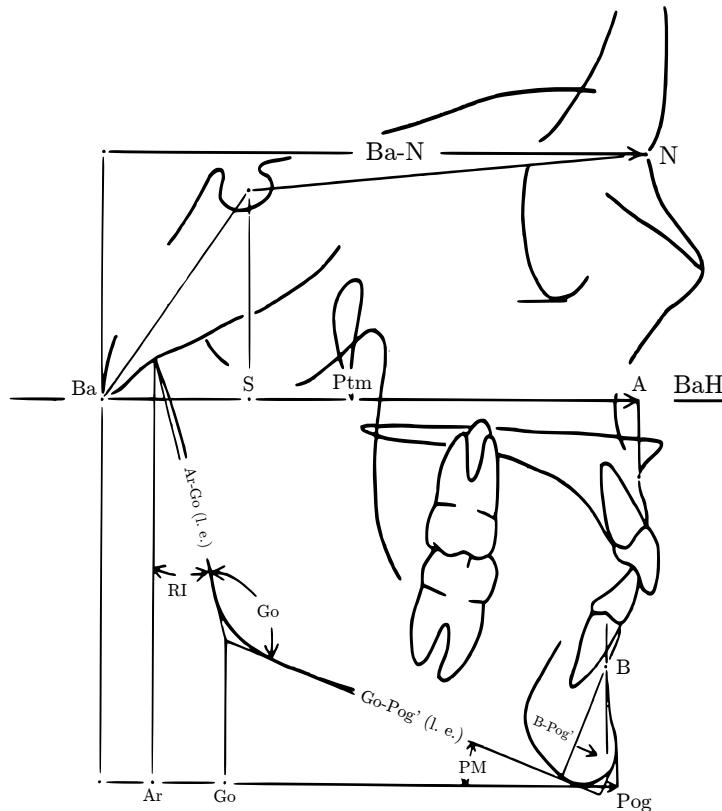
$$S\angle = 180^\circ + (SN\angle) - BaS\angle \quad (8.1)$$

## Profondità facciale

**Tabella 8.1.:** Valori medi della profondità facciale nell'analisi di Coben

Segmento	Riferimento	Valore medio	Dev. Std.
<i>Ba-S</i>	<i>Ba-N</i>	24,9%	2,16
<i>S-Ptm</i>		20,7%	2,47
<i>Ptm-A</i>		51,4%	2,59
<i>Ba-A</i>		97,0%	3,24
<i>Ba-Ar</i>		9,9%	2,60
<i>Ar-Pog</i>		80,2%	6,48
<i>Ba-B</i>		90,1%	5,50
<i>Ba-Pog</i>		90,1%	6,38
<i>Ar-Go</i>		7,6%	3,95
<i>B-Pog</i>		0,0%	1,78
<i>Go-Pog</i>		72,6%	4,44

**Profondità media facciale** viene misurata parallela a *BaH* dal punto *Ba* al punto *A*. Tale profondità può essere suddivisa in tre tratti: il contributo della base cranica posteriore *Ba-S*, il contributo delle lamine pterigoidee, misurato come *S-Ptm* (media  $20,7 \pm 2,47\%$  di *Ba-N*) e la profondità del mascellare superiore *Ptm-A* (media  $51,4 \pm 2,59\%$  di *Ba-N*). La misura lineare di ognuno di questi segmenti viene sommata a formare la profondità media facciale totale. Per valutare se questa misura è in equilibrio con le altre strutture, è necessario rapportarla alla profondità totale della base cranica: la media è di  $97,0 \pm 3,24\%$  di *Ba-N*.



**Fig. 8.2.: Analisi della profondità facciale secondo Coben**

**Profondità facciale inferiore** viene valutata in maniera simile: la profondità effettiva totale è misurata come *Ba-Pog*, sempre parallelamente a *BaH*. Anche questo segmento può essere suddiviso in più tratti: *Ba-Ar*, che rappresenta la posizione in senso anteroposteriore della mandibola rispetto a *Ba*; *Ar-Pog* che è l'effettivo contributo della mandibola alla profondità facciale inferiore. Il segmento *Ba-B* rappresenta profondità della base alveolare mandibolare relativa a *Ba*, espressa come l'effettiva profondità facciale meno l'effettiva profondità del mento (*Ba - Pog - B - Pog*).

Similarmente all'analisi della base cranica, il contributo effettivo della mandibola (*Ar-*

$Pog - 80, 2 \pm 6, 48\%$  di  $Ba-N$ ) dipende dalle dimensioni, dalla forma e dalla posizione della mandibola stessa. In quest'analisi, questo segmento viene ulteriormente suddiviso in contributo dell'inclinazione del ramo ( $Ar-Go$ , dove  $Go$  è il punto costruito geometricamente, non riferito al margine osseo) e in contributo del corpo mandibolare ( $Go-Pog$ ).

**Contributo del ramo** La profondità effettiva dell'inclinazione del ramo ( $Ar-Go$ ) risulta dalla lunghezza del ramo, misurata lungo il suo margine posteriore da  $Ar$  a  $Go$ , e dall'inclinazione del piano del ramo, tangente al suo margine postero-inferiore, indicato con  $RI\angle$ . Quest'ultimo viene misurato relativo a  $BaV$ , ed esprime il grado di deviazione del ramo da questa verticale. Un'ante-inclinazione viene, convenzionalmente, indicata con numeri positivi; il contrario con una post-inclinazione. Maggiore è il  $RI\angle$ , cioè più il ramo si allontana dalla verticale, maggiore è il suo contributo alla profondità facciale inferiore, e viceversa. Nel caso di un angolo  $RI\angle$  negativo, una crescita del ramo causerebbe un arretramento del mento, causando una diminuzione della profondità facciale inferiore effettiva.

**Contributo del corpo**  $Go-Pog$  varia con la lunghezza assoluta del corpo mandibolare  $Go-Pog'$ , dove  $Pog'$  è la sproiezione perpendicolare al piano mandibolare di  $Pog$ ', e con l'angolo del piano mandibolare  $PM\angle$ . Quest'ultimo è l'angolo formato dal piano man-

dibolare e  $BaH$  (o  $FH$ , essendo equivalenti). Più piccolo è quest'angolo, maggiormente la crescita del corpo mandibolare contribuisce alla profondità facciale inferiore.

Sul piano  $Go-Pog'$  è possibile misurare il segmento  $B'-Pog'$  (anche in questo caso,  $B'$  è sproiettato perpendicolarmente): questo è il *mento anatomico*, e indica la posizione della base alveolare mandibolare rispetto al punto più prominente della sifosi mentoniera. La differenza tra il mento anatomico e l'effettiva profondità del mento  $B-Pog$  (misurato parallelamente a  $BaH$ ) varia in funzione dell'inclinazione del piano mandibolare. Con la riduzione di quest'angolo verso  $0^\circ$ ,  $B-Pog$  tende ad uguagliare  $B'-Pog'$ . Al contrario, con l'aumento dell'angolo del piano mandibolare, l'effettiva profondità del mento tende a 0, fino a diventare negativa quando  $Pog$  finisce posteriormente a  $B$ .

Similarmente all'angolo della base cranica, gli effetti dell'angolo goniaco  $Go\angle$  sul contributo della mandibola alla profondità e all'altezza facciale inferiore vengono valutati insieme agli angoli  $PM\angle$  e  $RI\angle$ , secondo la relazione:

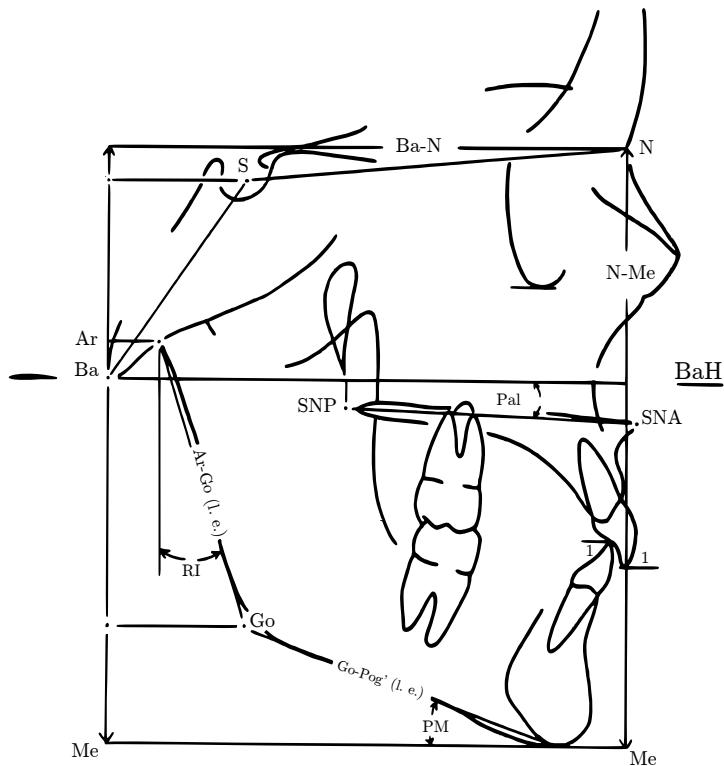
$$Go\angle = RI\angle + PM\angle + 90^\circ \quad (8.2)$$

**Tabella 8.2.: Valori medi dell'altezza facciale nell'analisi di Coben**

Segmento	Riferimento	Valore medio	Dev. Std.
<i>N-Me</i>	<i>Ba-N</i>	115,3%	6,56
<i>Ba-S</i>	<i>N-Me</i>	34,1%	2,28
<i>S-N</i>		7,1%	3,68
<i>Ba-N</i>		41,2%	3,80
<i>Ba-Go</i>		30,9%	3,27
<i>Ba-Ar</i>		-7,6%	1,96
<i>Go-Me</i>		27,9%	3,35
<i>S-Go</i>		65,0%	3,79
<i>Ba-SNP</i>		-2,2%	2,83
<i>Ba-SNA</i>		-4,6%	4,68
<i>N-SNA</i>		45,8%	2,18
<i>SNA-1</i>		23,8%	2,18
<i>Me-1</i>		33,4%	1,76
<u>1-1</u>		-3,0%	2,45
<i>SNA-Me</i>		54,2%	2,18

## 8.2. Altezza facciale

Per meglio comprendere lo sviluppo dell'altezza facciale, è necessario considerare l'altezza facciale anteriore totale *N-Me* come la risultante della divergenza del vettore di crescita della base cranica e del vettore di crescita mandibolare. Il primo porta la parte superiore della faccia in avanti e in alto, lontano dal *forame magno*; il secondo spinge in basso e al davanti dello stesso. Tra i due divergenti vettori di crescita si crea uno spazio, utile per lo sviluppo della porzione superiore della faccia, per il rimodellamento del palato e l'eruzione dentaria. In questa prospettiva, il tratto *N-Me* può essere suddiviso in più componenti che rispecchino i processi di crescita: il tratto *Ba-N* che esprime la crescita



**Fig. 8.3.: Analisi dell'altezza facciale secondo Coben**

della base cranica, e il tratto *Ba-Me* che esprime la crescita mandibolare.

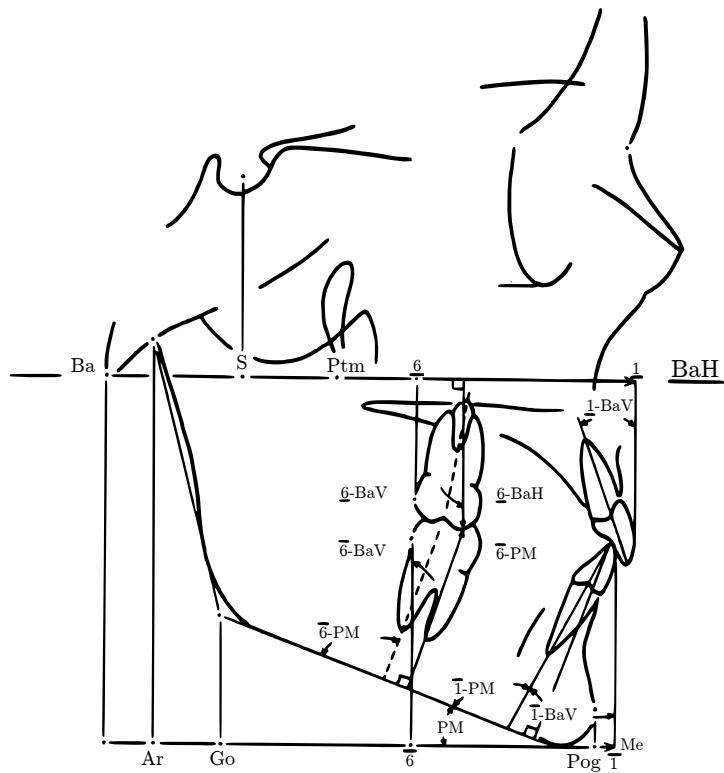
La componente *Ba-N* risulta derivante dalla somma delle componenti verticali *Ba-S* (altezza effettiva della base cranica posteriore) e *S-N* (altezza effettiva della base cranica anteriore). Come già precedentemente enunciato, anche in questo caso le altezze effettive sono influenzate dagli angoli *BaS*∠ e *SN*∠, rispettivamente.

La componente *Ba-Me* è espressione dell'altezza facciale inferiore, ed è la risultante delle componenti *Ba-Go* e *Go-Me*. La prima rappresenta l'altezza facciale inferiore posteriore, ed è la risultante della componente *Ar-Go*, che rappresenta l'altezza effettiva del ramo, meno la componente supriore *Ba-Ar*. Così come nell'analisi di profondità, l'altezza

effettiva del ramo *Ar-Go* varia in funzione della sua lunghezza assoluta e dell'inclinazione del ramo (*RI* $\angle$ ). Più è piccolo quest'angolo (cioè più è inclinato il ramo), più la lunghezza e la crescita del ramo contribuiscono all'altezza facciale inferiore. La componente *Go-Me* rappresenta l'altezza effettiva del corpo mandibolare, e risulta dalla lunghezza *Go-Pog'* e l'angolo *PM* $\angle$ . Maggiore è quest'angolo, maggiore è il contributo della crescita del corpo mandibolare all'altezza facciale inferiore.

La posizione verticale del piano palatale e la sua angolazione rispetto al *BaH* vengono messe in evidenza dai segmenti *Ba-SNP* e *Ba-SNA*, e dall'angolo palatale rispetto a *BaH* (*Pal* $\angle$ ). Nel caso *SNP* non sia visibile radiograficamente, lo si può costruire come il punto d'intersezione tra l'ordinata di *Ptm* e il piano palatale. Quando *SNP* o *SNA* risulta essere superiore al piano *BaH*, essi vengono considerati con numeri positivi, viceversa se risultano inferiori al piano di riferimento. Quando *SNA* è inferiore a *SNP*, il piano palatale è ruotato verso il basso, e l'angolo palatale viene considerato positivo; viceversa se *SNA* è superiore a *SNP*.

Nella quantificazione dell'altezza facciale anteriore, l'altezza totale *N-Me* risulta essere costituita dai tratti *N-SNA* e *SNA-Me*. Quest'ultimo è la risultante dell'altezza dentale superiore *SNA-1* e l'altezza dentale inferiore *Me-1*, meno l'overbite o più l'openbite *1-1*.



**Fig. 8.4.: Analisi dentale secondo Coben**

### 8.3. Analisi dentale

Nell'analisi della dentatura vengono considerate la posizione e inclinazione dei primi molari e degli incisivi centrali, in relazione a *Ba*.

#### Primi molari

La profondità del primo molare permanente mascellare *Ba-6* risulta essere la somma della profondità della base cranica posteriore *Ba-S*, più la dimensione *S-Ptm*, più la posizione del molare relativa a *Ptm* *Ptm-6*. Similmente viene valutato il primo molare

permanente inferiore: la distanza  $Ba-\bar{6}$  risulta essere la somma di  $Ba-Ar$  più l'effettiva profondità del ramo  $Ar-Go$ , più la posizione del molare relativa a  $Go Go-\bar{6}$ .

Il molare inferiore viene traslato in avanti dalla crescita mandibolare, in maniera uguale all'aumento della profondità inferiore facciale  $Ba-Pog$ : perciò ogni differenza tra le due misurazioni viene interpretato come un movimento mesiale o distale nell'ambito del corpo stesso, ed è uguale alla lunghezza  $\bar{6}-Pog$ . Questo è vero per tutte le fasi di crescita, con l'eccezione degli stadi tardivi quando è possibile un rimodellamento della sinfoisi.

Verticalmente, la posizione del sesto superiore viene misurata perpendicolarmente a  $BaH$  tramite la cuspide mesio-vestibolare ( $\underline{6}-BaH$ ), e l'inclinazione viene riferita a  $BaV$  ( $\underline{6}BaV\angle$ ). Il primo molare inferiore viene misurato similmente al superiore, in maniera perpendicolare al piano mandibolare ( $\bar{6}-PM\perp$ ), e l'inclinazione viene riferita anch'essa a  $BaV$  ( $\bar{6}BaV\angle$ ). L'inclinazione del sesto inferiore rappresenta l'effetto combinato dell'angolo del piano mandibolare  $PM\angle$  più l'inclinazione del molare relativo al piano mandibolare  $\bar{6}PM\angle$ . Questa relazione è espressa dall'equazione:

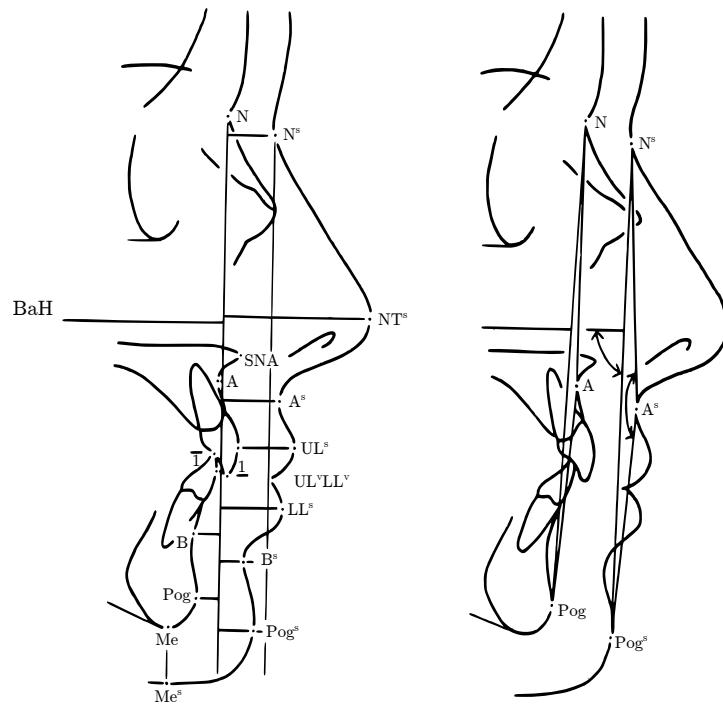
$$\bar{6}BaV\angle = PM\angle + \bar{6}PM\angle - 90^\circ \quad (8.3)$$

## **Incisivi**

Similarmente ai molari, la posizione degli incisivi viene riferita a  $Ba$ . La posizione orizzontale dell'incisivo superiore viene misurata lungo  $BaH$  fino alla superficie più labiale dell'incisivo ( $Ba\text{-}\underline{1}$ , la posizione verticale viene misurata su  $BaV$  come la distanza tra  $BaH$  e la proiezione del margine incisale ( $\underline{1}\text{-}BaH$ ), l'inclinazione viene riferita a  $BaV$  ( $\underline{1}BaV\angle$ ).

Similarmente si valuta l'incisivo inferiore, con la differenza che la posizione verticale viene inizialmente riferita alla perpendicolare al piano mandibolare ( $\bar{1}\text{-}PM\perp$ ), quindi da  $Me$  lungo  $BaV$  fino alla proiezione del margine incisale ( $\bar{1}\text{-}Me$ ) come altezza effettiva. **FIXME** . L'inclinazione viene misurata su  $BaV$ , e risulta essere l'effetto combinato dell'angolo del piano mandibolare  $PM\angle$  più l'inclinazione dell'incisivo relativo al piano mandibolare  $\bar{1}PM\angle$ . Questa relazione è espressa dall'equazione:

$$\bar{1}BaV\angle = PM\angle + \bar{1}PM\angle - 90^\circ \quad (8.4)$$



**Fig. 8.5.: Analisi del profilo secondo Coben**

## 8.4. Profilo

L'analisi del profilo dei tessuti molli rende possibile evidenziare la correlazione tra la

crescita scheletrica, lo spessore dei tessuti molli e i conseguenti cambiamenti nel profilo.

L'analisi paragona il profilo scheletrico e cutaneo, e quantifica le differenze utilizzando

punti di repere scheletrici e cutanei paragonabili.

### Tipologia di profilo

Il tipo facciale del profilo scheletrico e dei tessuti molli sono paragonati misurando

l'angolo facciale scheletrico di Downs e l'angolo della convessità facciale di Downs, e

i corrispettivi sui tessuti molli.

## Profondità

Inizialmente vengono misurate le profondità sul piano scheletrico, riferite su *BaV* passante per *N*; come positive se anteriori e negative se posteriori, e in particolare *N-SNA*, *N-A*, *N-1*, *N-1̄*, *N-B* e *N-Pog*. Quindi vengono effettuate le stesse misure sul piano cutaneo, usando i punti omologhi. Successivamente vengono valutati gli spessori dei tessuti molli, valutando la differenza orizzontale tra punti comparabili: *N-N<sup>s</sup>*, *SNA-punta del naso<sup>s</sup>*, *A-A<sup>s</sup>*, *1-UL<sup>s</sup>*, *1̄-LL<sup>s</sup>*, *B-B<sup>s</sup>* e *Pog-Pog<sup>s</sup>*.

## Altezza

Vengono inizialmente misurate le relazioni scheletriche, cioè *N-Me*, *N-SNA*, *SNA-1*, *Me-1*, *1-1̄*, *SNA-Me*. Successivamente, vengono misurate le differenze verticali tra punti di repere comparabili: *N<sup>s</sup>-Me<sup>s</sup>*, *N<sup>s</sup>-punta del naso<sup>s</sup>*, *punta del naso<sup>s</sup>-UL<sup>v</sup>*, *Me<sup>s</sup>-LL<sup>v</sup>*, *UL<sup>v</sup>-LL<sup>v</sup>*, *punta del naso<sup>s</sup>-Me<sup>s</sup>*. Quindi vengono misurate le differenze tra punti scheletrici e cutanei omologhi: *N-N<sup>s</sup>*, *SNA-punta del naso<sup>s</sup>*, *SNA-UL<sup>v</sup>*, *1-UL<sup>v</sup>*, *1̄-LL<sup>v</sup>*, *Me-Me<sup>s</sup>*, usando numeri positivi quando il punto cutaneo risulta superiore al punto scheletrico, e

viceversa. Dopodiché è necessario misurare i punti rispettivamente a *BaH*: *N*, *punta del naso<sup>s</sup>*, *SNA*, 1, *UL<sup>v</sup>*,  $\bar{1}$ , *LL<sup>v</sup>*, *Me*, usando numeri positivi se superiori a *BaH*, e viceversa.

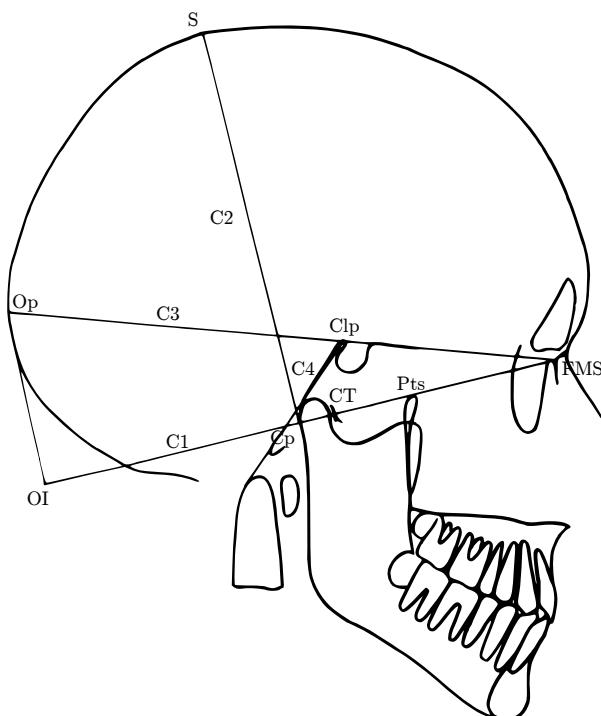
## **9. Analisi architetturale di Delaire**

L'analisi cefalometrica proposta da Delaire è un'analisi architettonica e strutturale che considera linee verticali e orizzontali tracciate a partire da punti di repere anatomici non convenzionali. Essa mira a chiarire il mutuo equilibrio tra le varie strutture ossee del cranio e della faccia.

Per poter utilizzare tale analisi sarà necessario avere una buona teleradiografia comprendente l'intera calotta cranica.

Si distinguono le strutture craniche da quelle mascellari, le prime individuate dalle sigle da C1 a C4, le seconde da CF1 a CF8, rispettivamente *linee craniche* e *linee cranio-facciali*.

## 9.1. Analisi del cranio



**Fig. 9.1.:** Linee craniche secondo Delaire

**Linea della base cranio-facciale** o **C1**, rappresenta il limite cranio-facciale, e viene tracciata dal punto *FMS* (sutura fronto-massellare), passante da *CT* (punto temporo-condilare), ossia il punto inferiore della superficie postero-inferiore del tubercolo articolare del temporale. Tale linea viene poi estesa fino al punto *OI* (occipitale inferiore), che è l'intersezione tra **C1** e la sua perpendicolare tangente alla superficie esterna dell'osso occipitale.

L'intersezione tra **C1** e la superficie posteriore del condilo definisce il punto *Cp*. Normal-

mente,  $Cp$  è posizionato a metà strada tra  $FMS$  e  $OI$ . Questo divide **C1** in due segmenti uguali, denominati rispettivamente *area cranio-spinale* e *area cranio-facciale*. Il tratto  $FMS-Cp$  interseca la parte superiore della fessura pterigomassellare in  $Pts$ . In pazienti con un buon equilibrio cefalometrico,  $FMS-Pts$  e  $Pts-Cp$  stanno in un rapporto di 3:2.

**Altezza cranica** o **C2**, è perpendicolare a **C1** nel suo punto centrale (normalmente  $Cp$ ), e interseca la calotta cranica in un punto  $SC$ . Normalmente,  $SC$  è il punto cranico più distante da **C1**, e  $SC$  risulta essere la sommità del cranio. La lunghezza di **C2** è normalmente tra il 75 e l'85% di **C1**.

Se **C2** non è tangente al margine posteriore del condilo si può fare subito una considerazione sul mancato equilibrio tra l'area cranio-spinale e l'area cranio-facciale: se passa al davanti sarà a favore della prima, per esempio nelle terze classi a crescita verticale; se passa al di dietro sarà a favore della seconda, ad esempio nei casi di terza classe a crescita orizzontale, nelle retrognazie e nei deep-bite.

**Linea superiore della base cranica** o **C3**, viene tracciata dal punto  $FMS$ , passante per l'apice del processo clinoideo  $Clp$ , viene estesa posteriormente fino alla superficie esterna dell'osso occipitale, al punto  $OP$  (punto occipitale posteriore). Di norma il segmento  $FMS-Clp$  è approssimativamente parallelo alla lamina cribrosa dell'etmoide, e

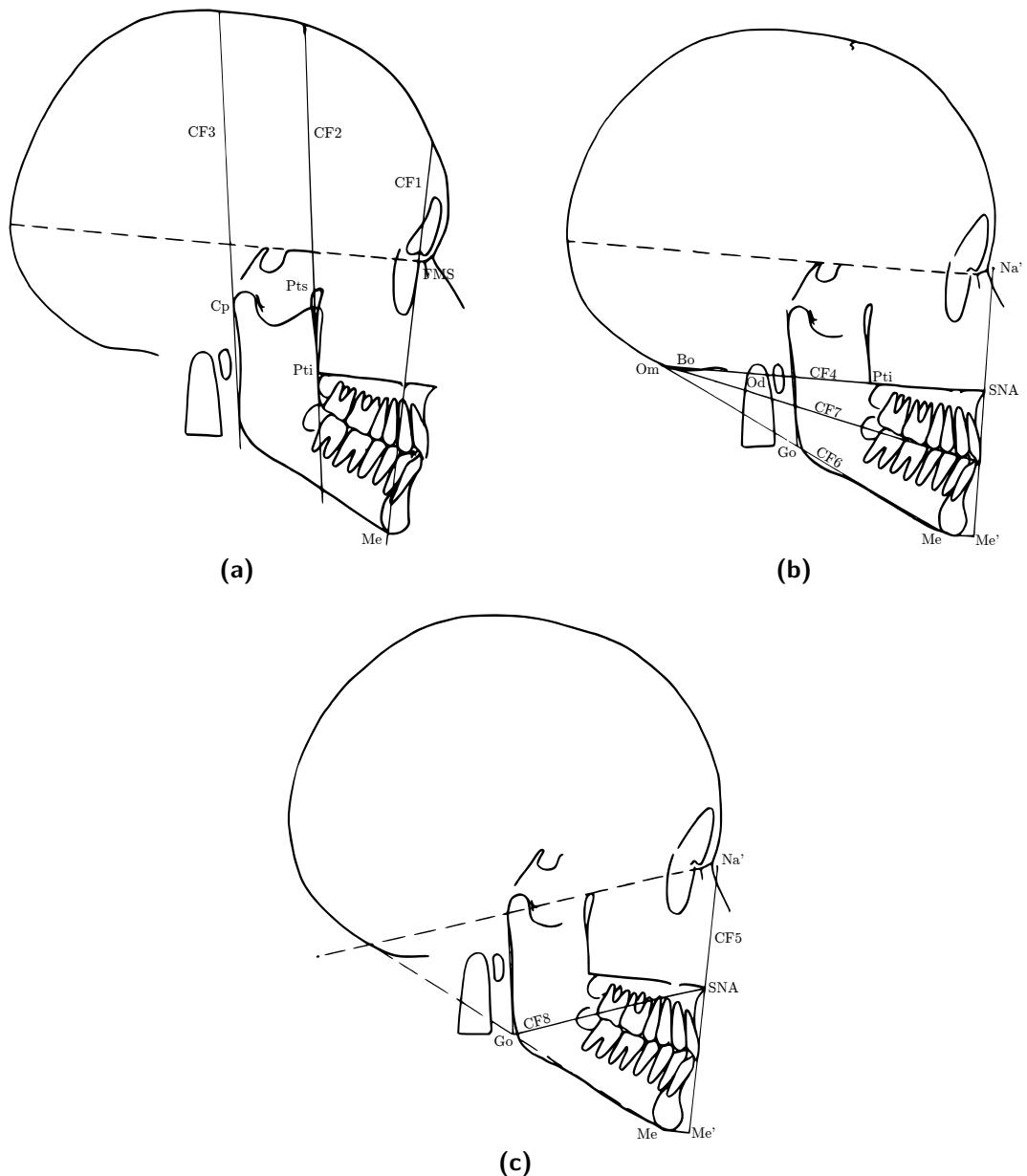
passa vicino al processo clinoideo anteriore e il tubercolo ipofisario; il punto *OP* risulta essere molto vicino alla perpendicolare a **C1** registrata in *OI*.

L'angolo tra questa linea e **C1** è normalmente di 22°.

**Linea del clivus** o **C4**, è formata dal punto *Clp* alla parte postero-inferiore o all'apice del dente dell'epistrofeo. Normalmente, questa linea risulta essere tangente alla sella turcica, la superficie cerebrale dell'osso baso-occipitale e il basion, ed è molto vicina, e a volte tangente, alla superficie postero-superiore del condilo mandibolare.

## 9.2. Analisi facciale

Per analizzare la parte facciale vengono utilizzate otto linee, chiamate da **CF1** a **CF8**. Le prime tre (**CF1**, **CF2**, **CF3**) vengono utilizzate per studiare il bilancio antero-posteriore tra le strutture facciali e le strutture anteriori del cranio (figura 9.2a nella pagina seguente); le linee **CF4**, **CF6** e **CF7** vengono usate per studiare l'equilibrio dei piani palatale, occlusale e mandibolare in relazione all'articolazione cranio-spinale e la parte postero-inferiore del cranio (figura 9.2b nella pagina successiva); le linee **CF5** e **CF8** vengono usate per studiare il bilancio verticale anteriore e posteriore della faccia (figura 9.2c nella pagina seguente).



**Fig. 9.2.:** Linee facciali di Delaire: (a) bilancio antero-posteriore; (b) bilancio dei piani palatale, occlusale e mandibolare rispetto all'articolazione craniospinale; (c) bilancio facciale verticale.

**Linea dell'equilibrio cranio-facciale anteriore** o **CF1**, viene tracciata perpendicolare

a **C3**, passante da *FMS*. Normalmente **CF1** si fonde con il pilastro mascellare anterio-

re che, da *FMS*, segue la cresta lacrimale, scende al davanti del punto infraorbitario e quindi passa attraverso il bordo anteriore del forame superiore del canale nasopalatino.

Al di sotto del piano occlusale, **CF1** attraversa l'apice dell'incisivo centrale inferiore, e passa tra il terzo posteriore e il terzo medio della sifosi mentoniera, arrivando al punto *Me*.

Al di sopra di **C3**, divide la base del seno frontale in due parti uguali.

Queste condizioni sono ideali, ma non assolutamente necessarie, per un buon equilibrio facciale. Malgrado una rotazione di più o meno di 90° rispetto a **C3**, la faccia può essere ben equilibrata se tutti i punti tra *FMS* e *Me* sono posizionati sulla stessa linea. Un tale profilo dev'essere considerato normale, anche se non ideale. In particolare nelle donne e nei bambini, **CF1** risulta leggermente post-ruotato, con un angolo medio di 85°.

Un utile dato diagnostico ci è riferito dal *punto di intersezione* tra il **CF1** ideale e la sifosi mentoniera. Se interseca posteriormente, si può dire che la mandibola è grande; viceversa se interseca anteriormente. Questo dato è però strettamente dipendente dalla rotazione della mandibola: in caso di post-rotazione, **CF1** risulterà spostato in avanti.

**Linea dell'equilibrio cranio-facciale media** o **CF2**, viene tracciata dal bregma *Br* a *Pts*, e viene estesa inferiormente fino all'intersezione col bordo inferiore della mandibola. Normalmente, questa linea passa da *Pti* (punto pterigoideo inferiore), dato dall'intersezione tra l'asse della fessura pterigoidea e il bordo palatale superiore. Essa segue inoltre il bordo anteriore del ramo mandibolare, e interseca il piano mandibolare approssimativamente a metà tra *Go* e *Gn*. Se l'intersezione avviene più vicino a *Go*, può indicare una protrusione mandibolare o un'ipermandibolia; se essa avviene più vicino a *Gn*, può indicare una mandibola piccola o post-ruotata.

Il tratto *Pts-Pti* viene chiamato *pilastro medio pterigoideo*.

**Linea dell'equilibrio cranio-facciale posteriore** o **CF3**, viene costruita parallelamente a **CF2**, e tangenzialmente al bordo posteriore del condilo (*Cp*). Normalmente questa linea è anche tangente al bordo posteriore della mandibola, e si fonde perciò con il *pilastro posteriore mandibolare*. Nel caso questi non coincidessero, la causa è da ritrovarsi in una retrusione o protrusione mandibolare, in eccessi di sviluppo della zona dell'angolo mandibolare o in un'eccessiva inclinazione della branca montante con apertura dell'angolo.

**Linea cranio-palatale** o **CF4**, viene tracciata parallelamente a **C3**, passante per *SNA*.

Solitamente, tale linea segue la superficie superiore del palato osseo, passa attraverso *Pti*, la metà superiore dell'arco anteriore dell'atlante, al di sotto dell'apice del processo odontoide e arriva al punto di Bolton *Bo*.

Nei bambini, questa linea è in posizione superiore rispetto agli adulti, in riferimento al processo odontoide. Questo è spiegato dal fatto che nel processo di crescita le vertebre cervicali si sviluppano più verso l'alto che verso il basso.

Quando nessun punto di riferimento cade sulla stessa linea, è necessario tracciare diverse linee, passanti per i diversi punti, andando a costituire una *banda*: la linea di mezzo di questa sarà la linea presa come riferimento.

**Altezza facciale teorica** o **CF5**, viene tracciata perpendicolare a **CF4**, passante per *SNA*. Su questa vengono proiettati perpendicolarmente il punto *N* in *N'*, e il punto *Me* in *Me'*. La distanza *SNA-Me'* è pari al 55% di *N'-Me'*. Normalmente, la parallela a **CF4** attraverso *Me'* interseca **CF1** nel punto *Me* ideale. La posizione di *Me'* può essere trovata raddoppiando la distanza *N'-SNA*, e aggiungendovi  $\frac{1}{9}$  alla misura.

Solitamente, *N'* è posizionato leggermente davanti a *N*, e **CF5** passa quasi tangenzialmente agli incisivi centrali superiori.

**Linea cranio-mandibolare** o **CF6**, è tangente alla squama dell'osso occipitale nel punto *Om* (punto occipito-mandibolare), e passa dal punto *Me* ideale di cui sopra. Normalmente questa linea segue il margine inferiore della mandibola, passando attraverso il punto *Me*, e attraversando l'angolo mandibolare e **CF3** in *Go*. In alcuni casi, la parte inferiore della squama dell'occipitale presenta modifiche tali che non può essere usata per tracciare questa linea; in questi casi sarà quindi necessario determinare l'altezza del ramo tracciando **CF8**, che normalmente interseca **CF3** in *Go*, e la linea cranio-mandibolare verrà tracciata connettendo *Me* a *Go*.

**Linea cranio-occlusale** o **CF7**, viene tracciata dal punto *Om* al punto medio del tratto *SNA-Me'*. Di norma questa linea è tangente alle superfici occlusali dei premolari, e passa leggermente apicalmente ai margini incisali inferiori.

**Altezza del ramo mandibolare** o **CF8**, viene tracciato parallelo a **C1**, passante per *SNA*. Solitamente passa attraverso il gonoion *Go*.

### 9.3. Analisi dentale

L'analisi dentale include lo studio dell'orientamento degli incisivi superiori e inferiori in relazione tra loro, e gli stessi in relazioni al piano mandibolare (**CF6**) e al piano palatale

**(CF4).** I valori norma secondo Delaire sono schematizzati nella tabella 9.1.

**Tabella 9.1.: Valori angolari dell'analisi dentale secondo Delaire (valori in °)**

	CF4	CF6	Incisivo inferiore
Incisivo inferiore	—	90°	—
Incisivo superiore	110 ± 2°	—	135 ± 5°

# 10. Analisi di Sassouni

L'analisi di Sassouni<sup>28</sup> è una *analisi archiale*, una delle prime a considerare il complesso dentofacciale come un'unica unità all'interno del pattern individuale<sup>29</sup>.

L'analisi di Sassouni, detta da alcuni autori la *rosa dei venti*, si basa sul disegno di quattro archi, con centro  $O$  (definito come il punto di convergenza della parallela alla linea sopraorbitale, del piano palatale, del piano occlusale e del piano mandibolare):

**arco anteriore** passante per  $N$ ;

**arco basale** passante per  $A$ ;

**arco mediofacciale** passante per  $Te$ ;

**arco posteriore** passante per  $Sp$ .

---

<sup>28</sup>Sassouni, “A classification of skeletal facial types”, “A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationships”.

<sup>29</sup>figura?

Quest'analisi prevede una *valutazione visiva* delle tendenze indicative di una faccia ben proporzionata:

1. convergenza delle linee parallele al margine sopraorbitale;
2. convergenza dei piani palatale, occlusale e mandibolare verso il punto *O*;
3. l'arco anteriore dovrebbe passare per *SNA*, il margine incisale dell'incisivo superiore e *Pog*;
4. l'arco basale dovrebbe passare per il punto *B*;
5. l'arco mediofacciale, indicativo della posizione dei primi molari, dovrebbe passare tangente alla superficie mesiale del primo molare superiore, quando l'arco anteriore passa per *SNA*;
6. l'arco posteriore, indicativo della posizione posteriore della mandibola, dovrebbe passare da *Go*.

Verticalmente, l'altezza facciale superiore e quella inferiore dovrebbero coincidere, sia anteriormente che posteriormente. La lunghezza *Go-Pog* dovrebbe essere pari alla base cranica (*Sp-N*, lungo il raggio), estendendosi tra l'arco anteriore e quello posteriore.

re. L'angolo tra il piano della base cranica e il piano palatale dovrebbe essere uguale all'angolo palatomandibolare.

Quest'analisi fornisce un metodo analitico rapido, semplice e conveniente, sebbene localizzare il punto *O* possa essere talvolta difficile.

**Tabella 10.1.: Punti e piani specifici dell'analisi di Sassouni**

<b>Punti di repere</b>		
<i>O</i>	Punto O	L'intersezione o il punto di convergenza della parallela al piano sopraorbitale, il piano palatale, il piano occlusale e il piano mandibolare.
<i>Si</i>	Pavimento della sella	Il punto più basso del contorno della sella turcica.
<i>Sp</i>	Dorso della sella	Il punto più posteriore sul profilo della sella turcica.
<i>Te</i>	Temporale	L'intersezione della lamina cribrosa dell'etmoide e la parete anteriore della fossa infratemporale con il punto superiore del tetto dell'orbita.

<b>Piani</b>		
<i>Me-Go</i>	Mention-Gonian	Rappresenta l'estensione della base mandibolare.
<i>Ar-Go</i>	Piano del ramo	Rappresenta la lunghezza del ramo mandibolare.
<i>Te-ClinAnt</i>	Piano sopraorbitale	Linea tangente a Te e al processo clinoideo anteriore dello sfenoide.
	Parallelia al piano sopraorbitale	Linea tangente a Si parallela al piano sopraorbitale.
<i>Or-ClinAnt</i>	Piano infraorbitale	Linea tangente ad Or e al processo clinoideo anteriore dello sfenoide.
	Piano ottico	Costruito disegnando la bisettrice dell'angolo formato dai piani sopra e infraorbitale.
	Lunghezza mascellare	Distanza lineare (mm) da SNA a SNP.
	Lunghezza mandibolare	Distanza lineare (mm) da Go a Pog.

# **11. Discussione**

Verranno di seguito analizzati i risultati delle misurazioni effettuate su due piani: antero-posteriore (classe scheletrica) e verticale (rotazione del piano occlusale). Prima, però, è necessario illustrare quali strumenti statistici sono stati utilizzati per l'analisi dei dati.

## **11.1. Strumenti statistici**

### **Scostamento medio**

Questo strumento permette di valutare il grado di *dispersione* dei valori attorno alla loro media. Questo è molto utile nella componente verticale dell'analisi delle controparti di Enlow: essendo un'analisi proporzionale non è possibile riferire i valori ad un riferimento preciso, ma possiamo confrontarli tra di loro.

Lo scostamento medio è definito come *la media degli scarti assoluti dei valori osservati rispetto al loro valore medio*:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \left| x_i - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \right| \right) \quad (11.1)$$

Uno scostamento elevato significherà che i valori sono lontani tra di loro (e quindi falliranno il requisito imposto da Enlow che abbiano “minime variazioni”); un numero basso significherà invece che i valori differiscono in misura minore; un valore pari a 0 indica che i valori sono uguali tra di loro.

### **$\kappa$ di Fleiss**

Questo metodo permette di valutare quanto la concordanza delle valutazioni di due o più osservatori, su un determinato campione, sia dovuto al caso, e stimare quindi la concordanza depurata dal caso stesso.

$$\kappa = \frac{\overline{P} - \overline{P}_e}{1 - \overline{P}_e} \quad (11.2)$$

Il denominatore  $1 - \overline{P}_e$  espime il grado di concordanza ottenibile al di fuori del caso; il numeratore  $\overline{P} - \overline{P}_e$  esprime la concordanza ottenuta al di fuori del caso. Se le analisi

fossero in completo accordo, allora  $\kappa = 1$ , all'opposto, se non ci fosse accordo, oltre a quello dovuto al caso, si avrebbe  $\kappa \leq 0$ .

Sia  $N$  il numero totale del campione,  $n$  il numero degli osservatori e  $k$  il numero di categorie assegnate ai vari componenti del campione. I soggetti vengono numerati da  $i = 1, \dots, N$ , e le categorie da  $j = 1, \dots, k$ . Sia  $n_{ij}$  il numero di osservatori che hanno assegnato il soggetto  $i$  alla categoria  $j$ .

Prima è necessario calcolare  $p_i$ , che è la proporzione delle valutazioni in quella categoria rispetto a tutte le categorie:

$$p_j = \frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^N n_{ij}$$

Questo viene usato per calcolare  $\bar{P}_e$ :

$$\bar{P}_e = \sum_{j=1}^k p_j^2 \tag{11.3}$$

$P_i$  rappresenta il grado di concordanza tra gli osservatori per il soggetto  $i$ -esimo.

$$\begin{aligned} P_i &= \frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^k n_{ij}(n_{ij} - 1) \\ &= \frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^k (n_{ij}^2 - n_{ij}) \\ &= \frac{1}{n(n-1)} \left[ \left( \sum_{j=1}^k n_{ij}^2 \right) - n \right] \end{aligned}$$

$\bar{P}$ , utilizzato nell'equazione principale, è la media dei  $P_i$ .

$$\begin{aligned} \bar{P} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i \\ &= \frac{1}{Nn(n-1)} \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k n_{ij}^2 - Nn \right) \end{aligned}$$

Per semplificare, in questa tesi i confronti sono stati fatti a coppie, quindi il numero di osservatori è sempre 2. Con questa semplificazione, le equazioni diventano:

$$P_i = \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_{j=1}^k n_{ij}^2 \right) - 2 \right] \quad (11.4)$$

$$\bar{P} = \frac{1}{2N} \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k n_{ij}^2 - 2N \right) \quad (11.5)$$

**Tabella 11.1.: Significato dei valori di  $\kappa$**

$\kappa$	significato
$< 0$	scarso accordo
$0,01 - 0,20$	leggero accordo
$0,21 - 0,40$	buon accordo
$0,41 - 0,61$	moderato accordo
$0,61 - 0,81$	sostanziale accordo
$0,81 - < 1,00$	accordo quasi perfetto
1,00	accordo perfetto

Il valore di  $\kappa$  viene valutato in base ad una tabella (11.1), proposta da Landis e Koch<sup>30</sup>.

## 11.2. Classe scheletrica

## 11.3. Rotazione del piano occlusale

Per poter valutare la rotazione del piano occlusale è necessario considerare che l'analisi delle controparti di Enlow non fornisce dei valori di riferimento, per cui bisogna valutare il rapporto delle controparti verticali tra di loro. Per far questo, verrà utilizzato lo *scostamento medio* descritto al paragrafo 11.1 a pagina 113. Oltre a questo però, bisogna prendere in considerazione il rapporto tra la componente verticale anteriore e le altre due controparti: se essa è maggiore, il piano occlusale sarà in post-rotazione; se è minore anche di una sola delle due, sarà in antero-rotazione. Per poter definire il tipo di rotazione

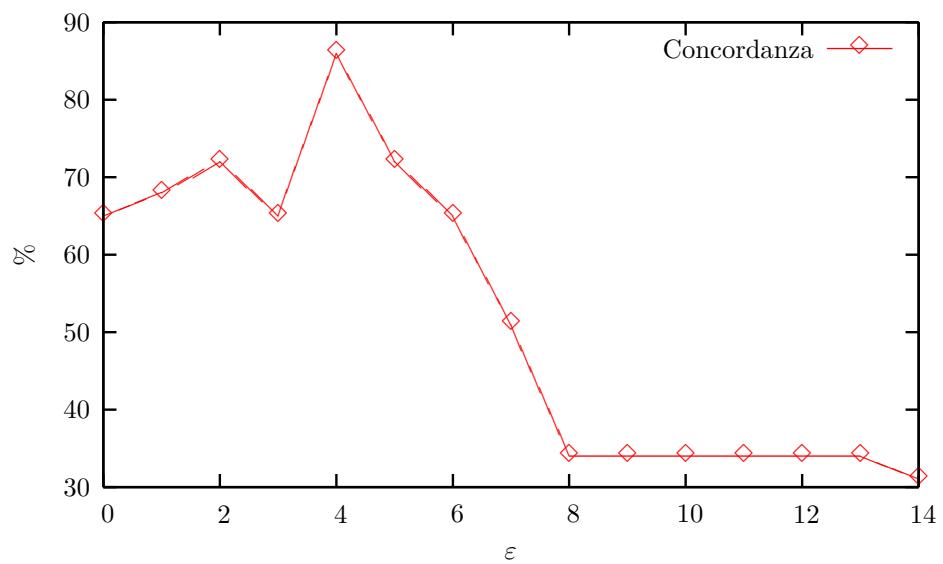
---

<sup>30</sup>Landis e Koch, “The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data”.

del piano occlusale, è necessario scegliere un  $\varepsilon$  appropriato al di sopra del quale è possibile definire *in squilibrio* le controparti verticali di Enlow, e perciò parlare di una eccessiva inclinazione nell'uno o nell'altro senso.

Secondo Giannì, l'angolo cranio-occlusale definisce l'inclinazione del piano occlusale: il suo valore medio è  $14 \pm 3^\circ$ ; valori minori indicano ante-rotazione occlusale; valori superiori indicano post-rotazione.

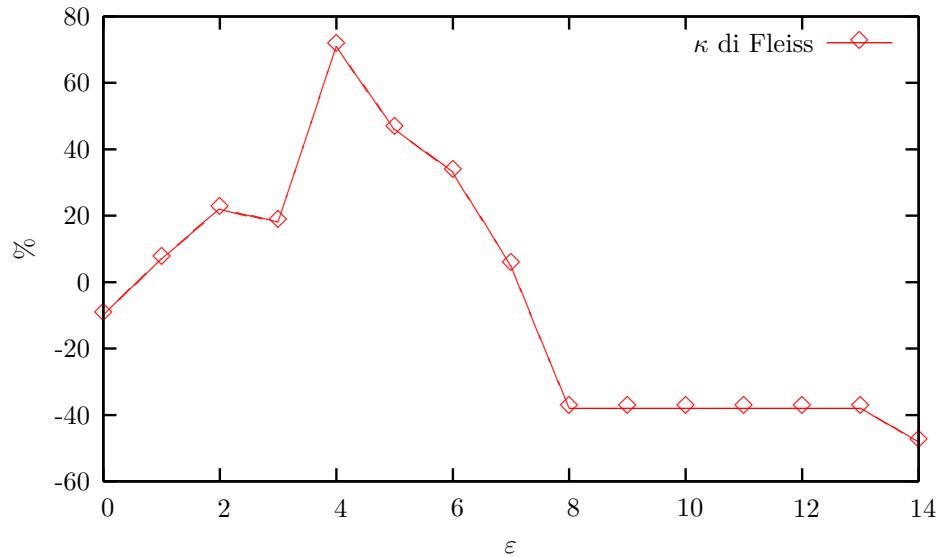
Il grafico 11.1 mostra la variazione della concordanza *semplice* tra l'analisi delle controparti di Enlow e l'analisi di Giannì (angolo cranio-occlusale), al variare di  $\varepsilon$ .



**Fig. 11.1.:** Concordanza semplice tra Enlow e Giannì sull'inclinazione del piano occlusale

Questo però include anche quei casi per cui la concordanza è dovuta solamente al caso. Per eliminare questi casi utilizzeremo la statistica  $\kappa$  di Fleiss, così da eliminare la

concordanza casuale. Il grafico 11.2 mostra la variazione di questa concordanza *depurata* al variare di  $\varepsilon$ .



**Fig. 11.2.:** Concordanza depurata tra Enlow e Giannì sull'inclinazione del piano occlusale

Com'è possibile desumere da quest'ultimo grafico, gli unici valori di  $\varepsilon$  per cui  $\kappa$  è positivo (e quindi la concordanza non è tutta dovuta al caso) sono quelli tra 1 e 7 (compresi). Tra questi, un  $\varepsilon = 4$  mostra la più alta percentuale di concordanza: 86,21% quella semplice, e 71,95% quella depurata dal caso.

Le diagnosi non coincidono in 4 pazienti: #3, #5, #18 e #19.

Il paziente #5 (immagini a pagina 139) presenta un angolo cranio-occlusale di  $18^\circ$ , quindi di solo  $1^\circ$  al di fuori del range di normalità (secondo Giannì). Includendolo tra i pazienti normo-ruotati, le concordanze salirebbero a 89,66% e 79,26%, rispettivamente.

Il paziente #18 (immagini a pagina 191) ha un angolo cranio-occlusale di  $13^\circ$ , e un  $\varepsilon = 0,22$ , ma la componente verticale anteriore è  $0,5mm$  più corta rispetto alla componente verticale posteriore. Questo è verosimilmente dovuto all'eccessiva post-inclinazione del piano craniale di riferimento *FMS-Se*, che falsa l'effettiva inclinazione del piano occlusale. Poiché la differenza è comunque minima, anche questo paziente può essere incluso nel range di normalità (e, nuovamente, le concordanze tra le due analisi salirebbero rispettivamente a 93,10% e 85,78%).

Gli altri due pazienti (#3 e #19, pagina 131 e 195 rispettivamente) presentano diagnosi effettivamente diverse: normo-inclinati per Enlow, post-ruotati per Giannì ( $21^\circ$  in entrambi i casi).

È possibile quindi concludere che, considerando un  $\varepsilon = 4$  in Enlow (cioè, considerando il *PM* come medio rispetto agli altri due, la differenza tra *CVA* e *CVP* è di 12 mm), esiste un *sostanziale accordo* tra le due analisi nella valutazione dell'inclinazione del piano occlusale.

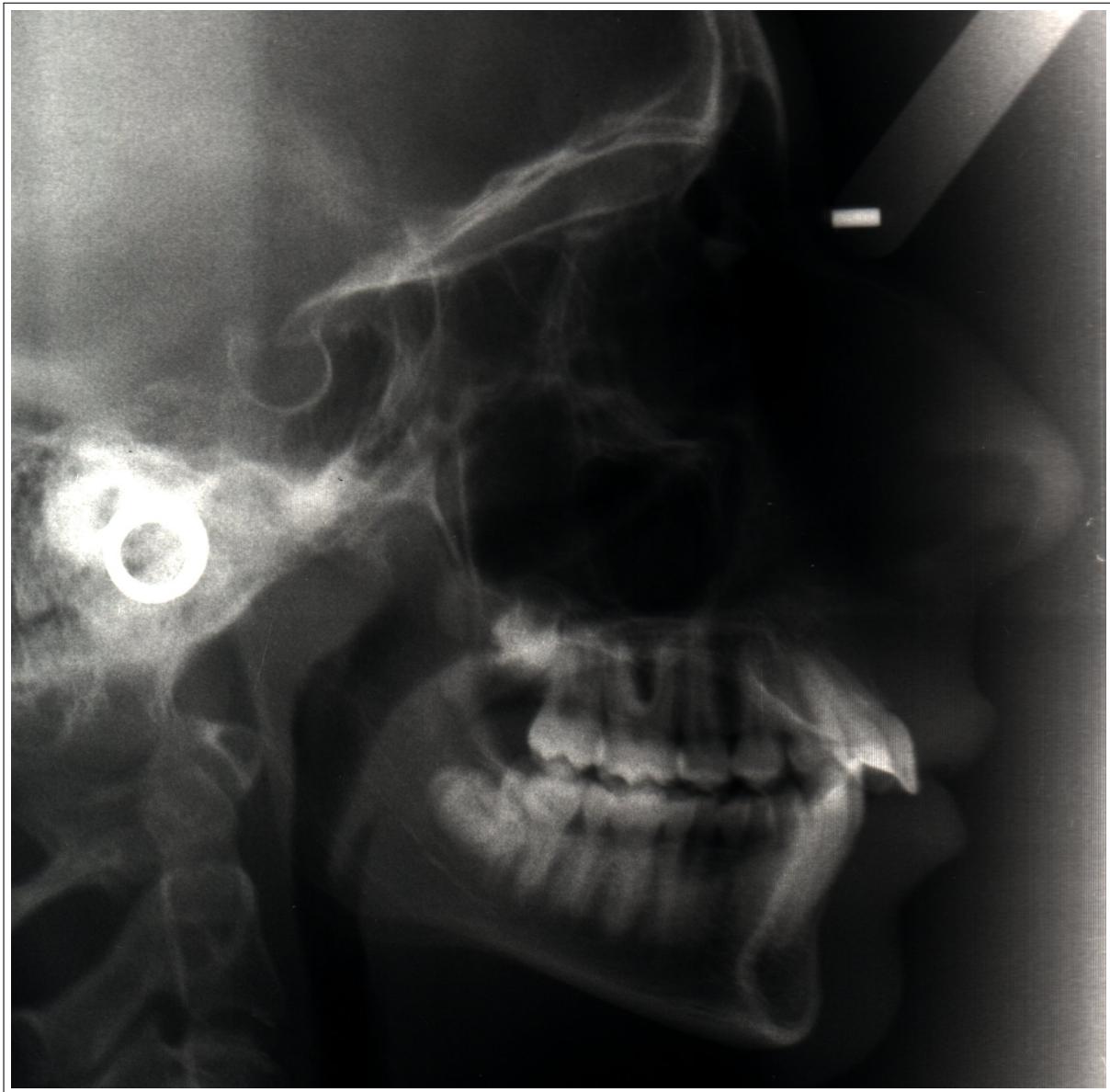
## **12. Conclusioni**

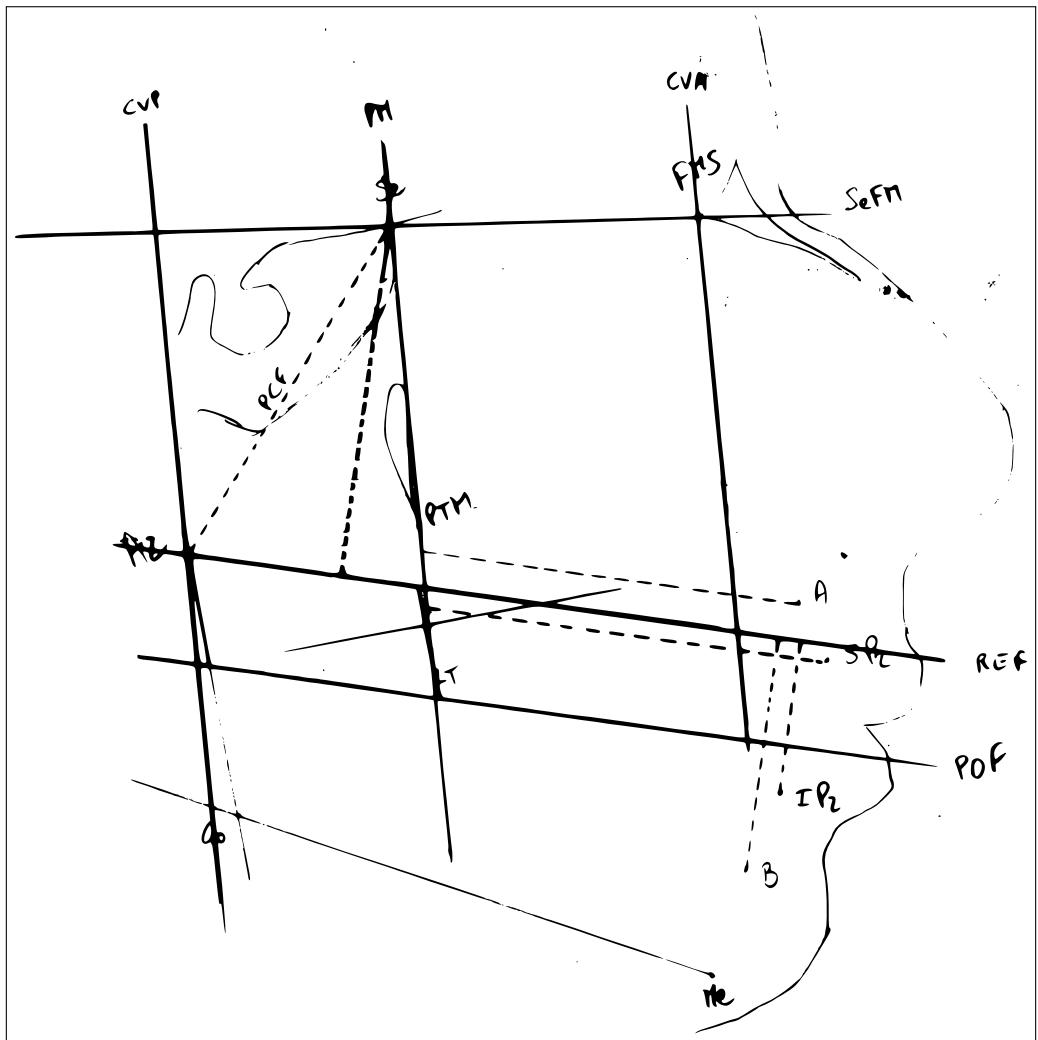
- necessità simbiosi tra proporzionale e statistica - proporzionale indica l'opportunità di fare terapia, ma non che tipo di terapia (non si capisce di chi è la colpa dello squilibrio); non legge le bi-pro,retrusioni - statistica inaffidabile perché riferisce a standard validi per tutti (non legge le compensazioni? VERIFICARE)

# **Appendici**

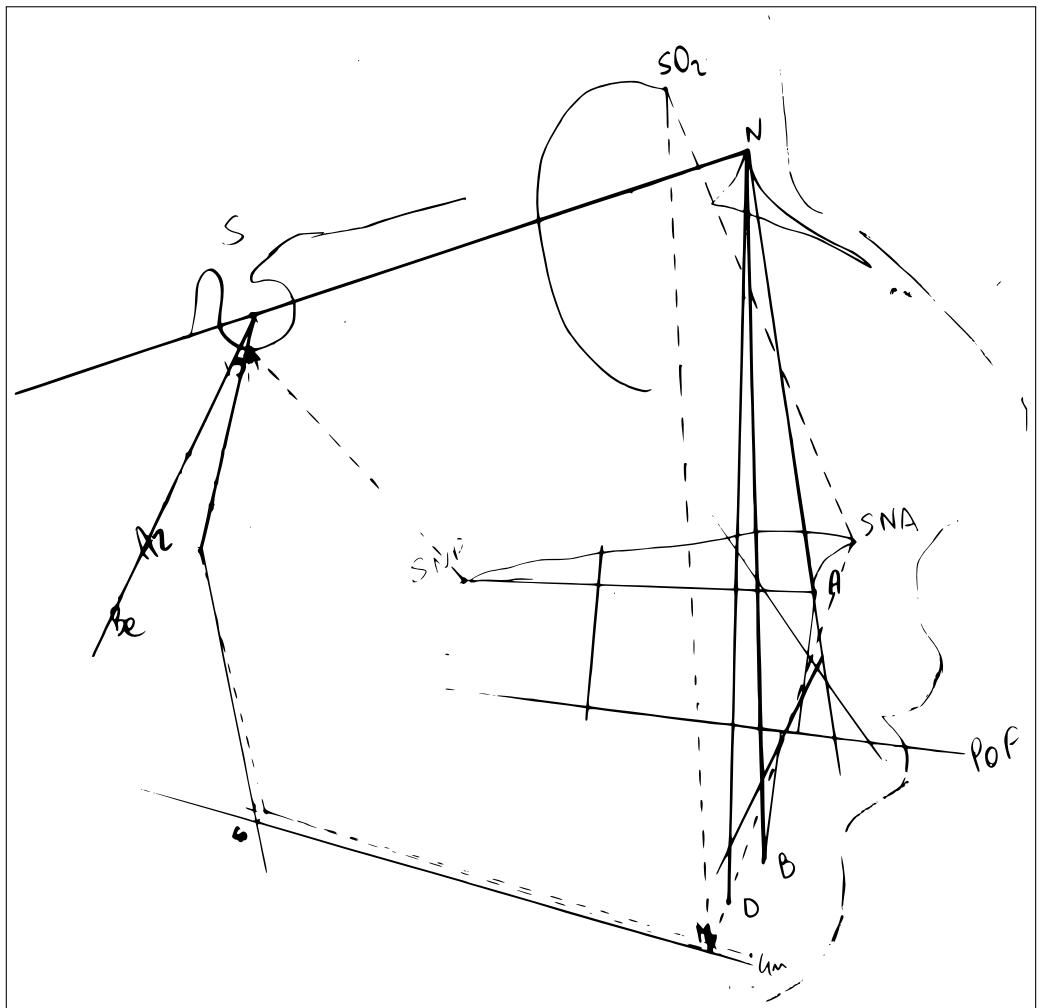
## **A. Radiografie e tracciati**

**Paziente 1: VAFE1997, F, 13aa.**





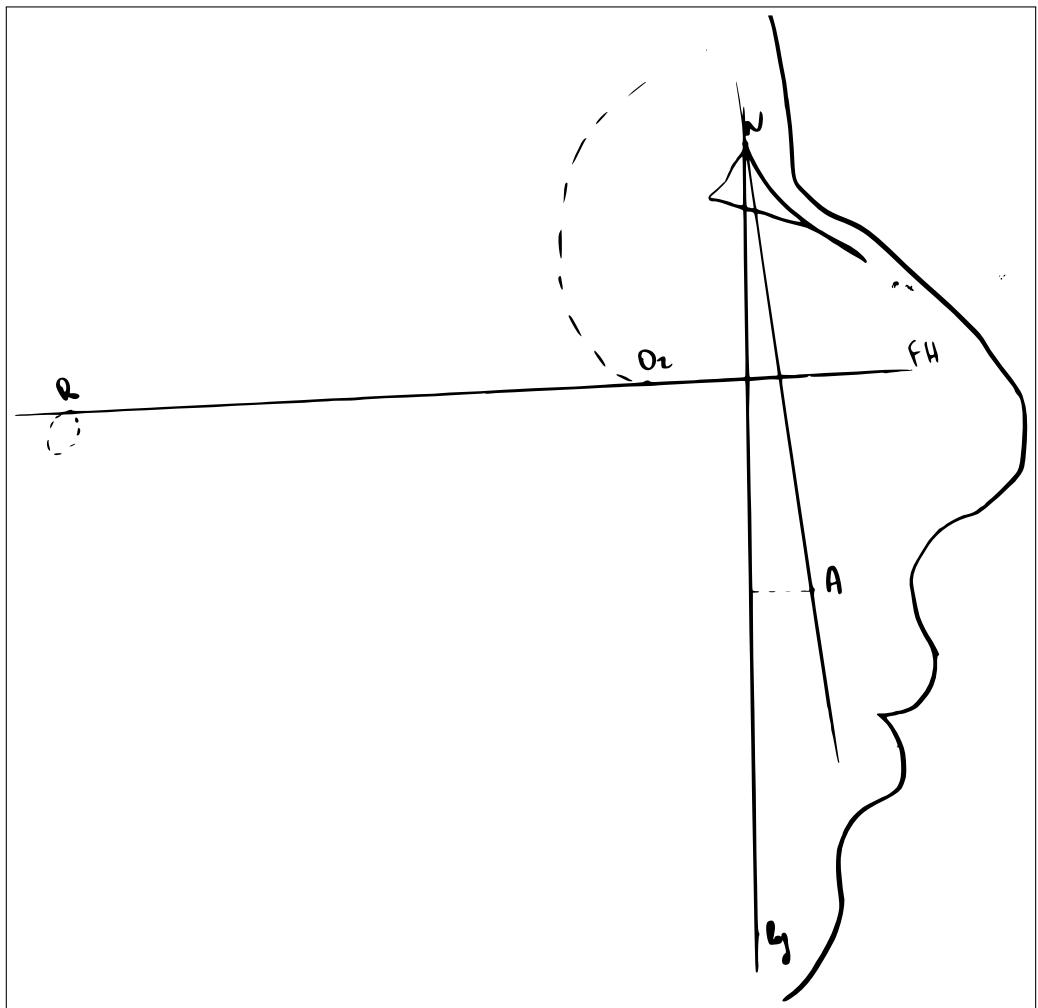
**Fig. A.1.:** Analisi delle controparti di Enlow



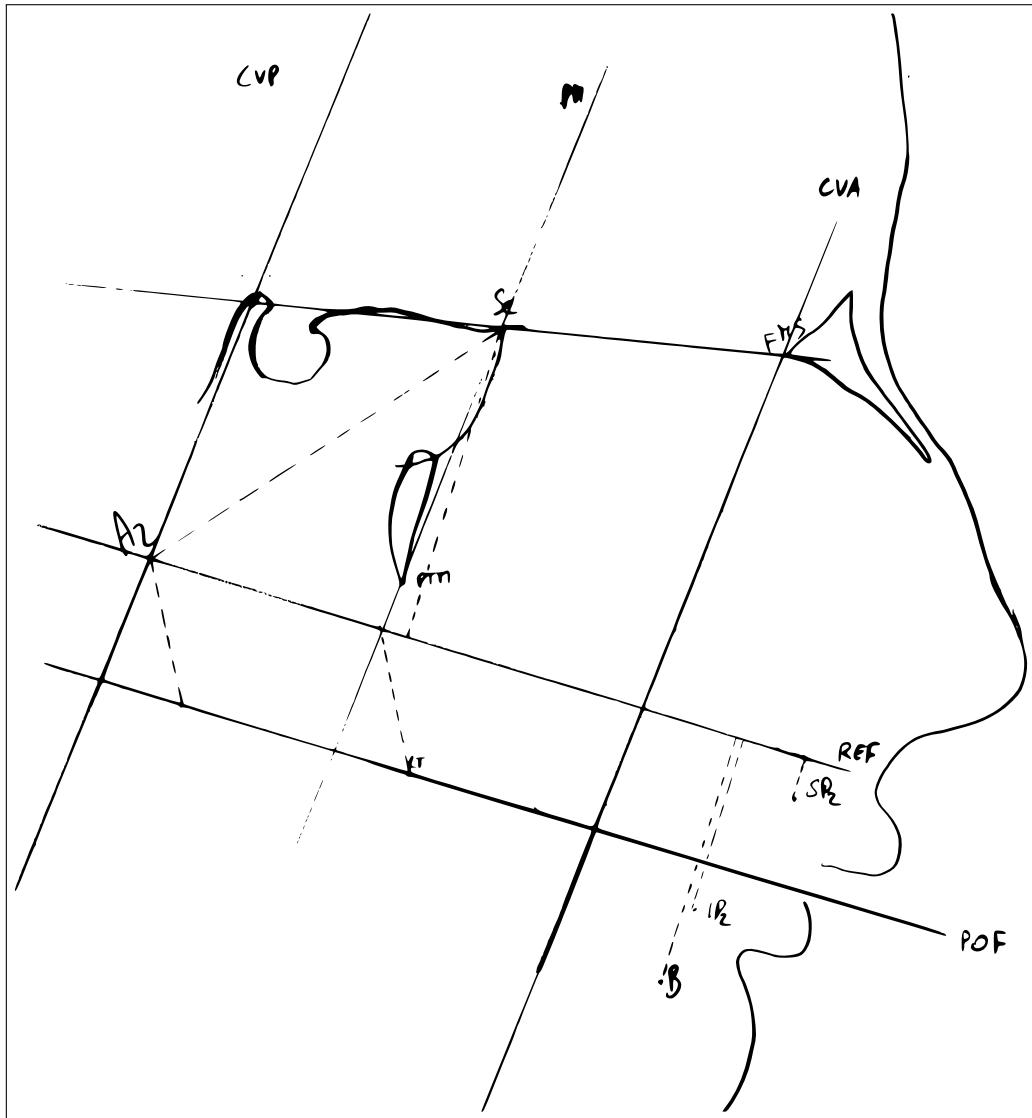
**Fig. A.2.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 2: DABA1994, M, 16aa.**

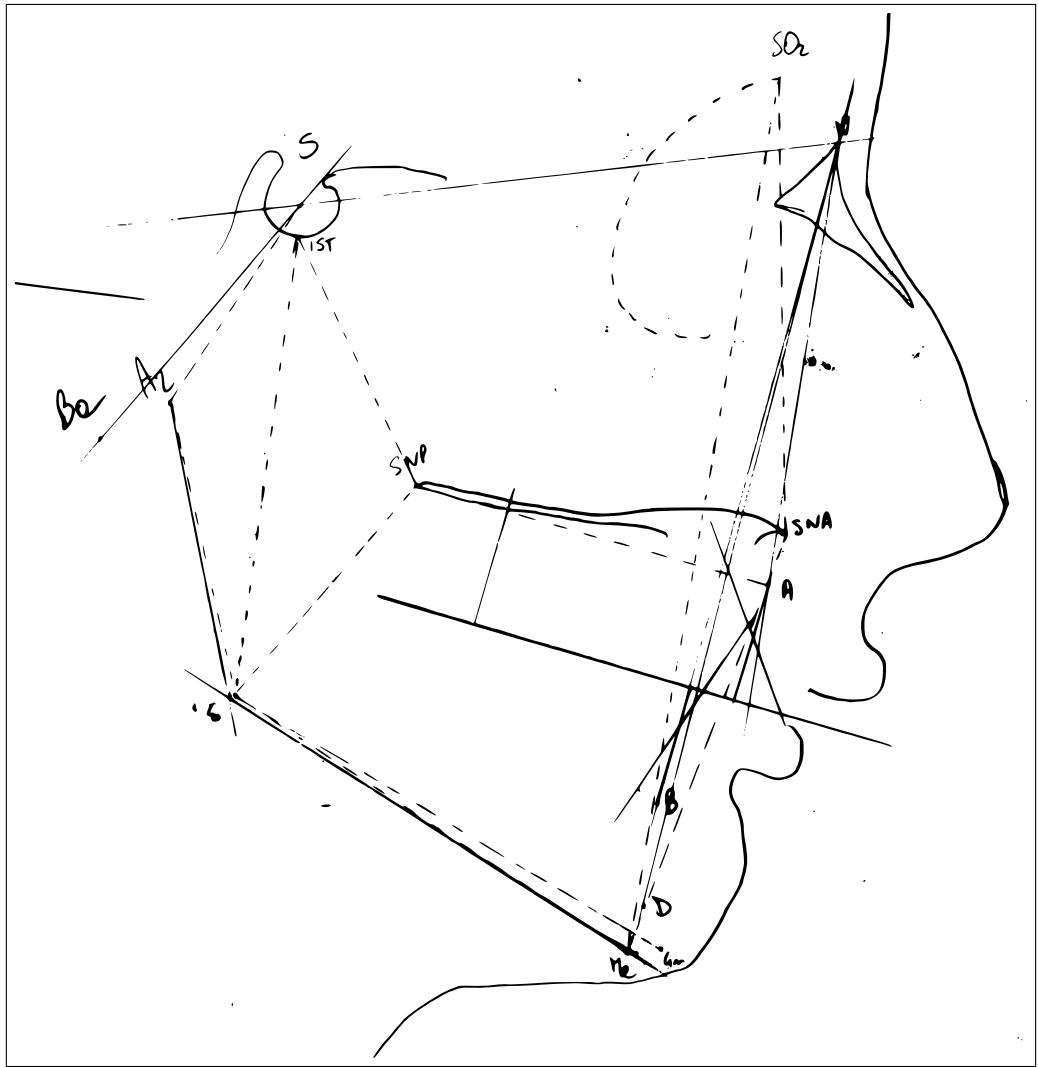




**Fig. A.3.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



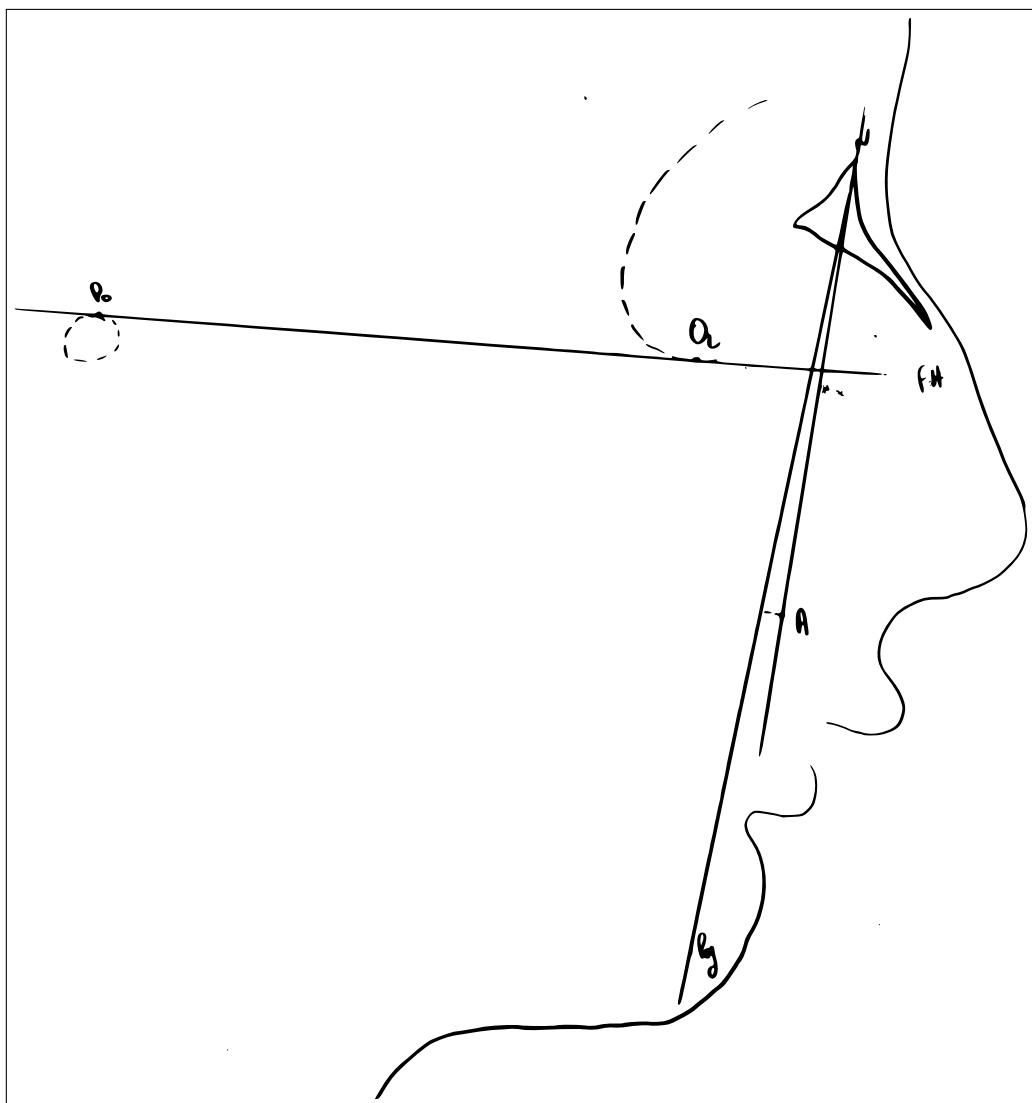
**Fig. A.4.:** Analisi delle controparti di Enlow



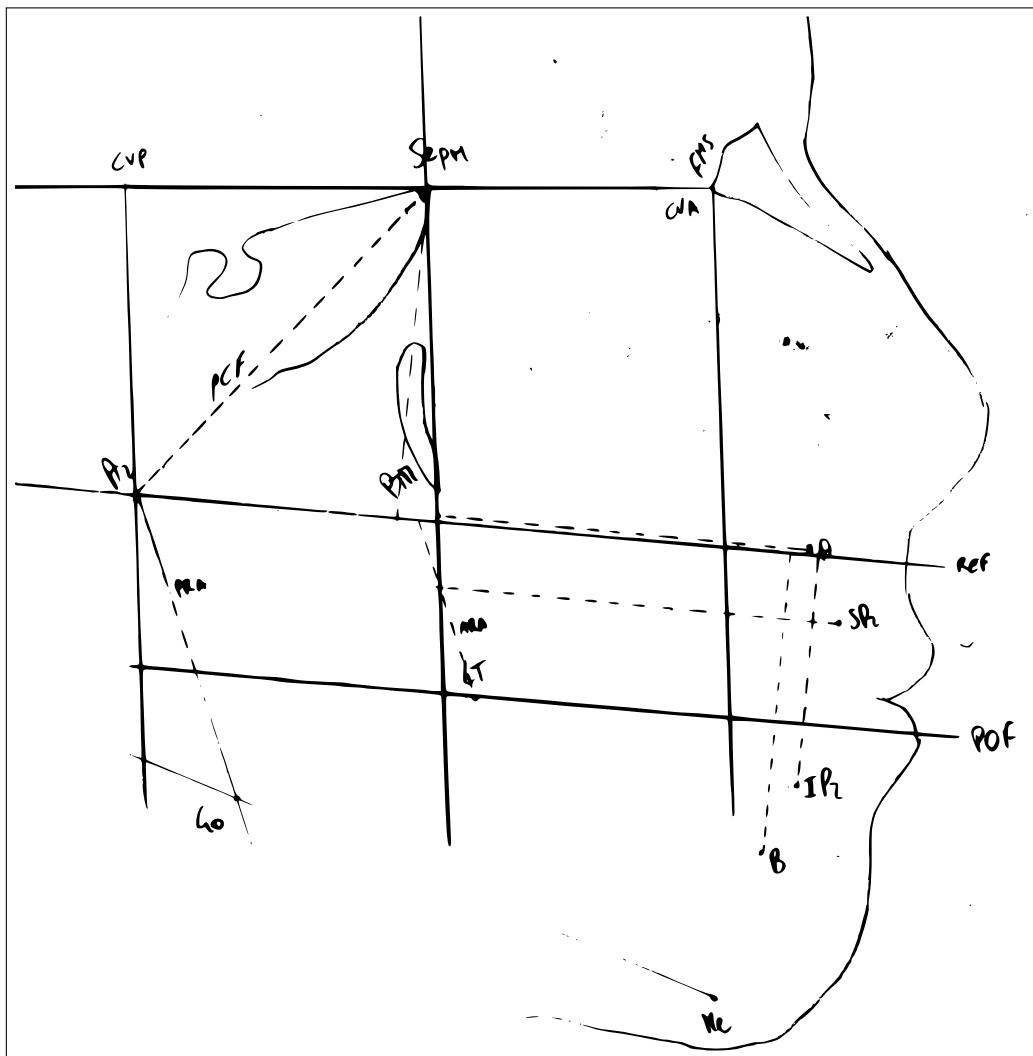
**Fig. A.5.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 3: MASCHI2000, M, 10aa.**

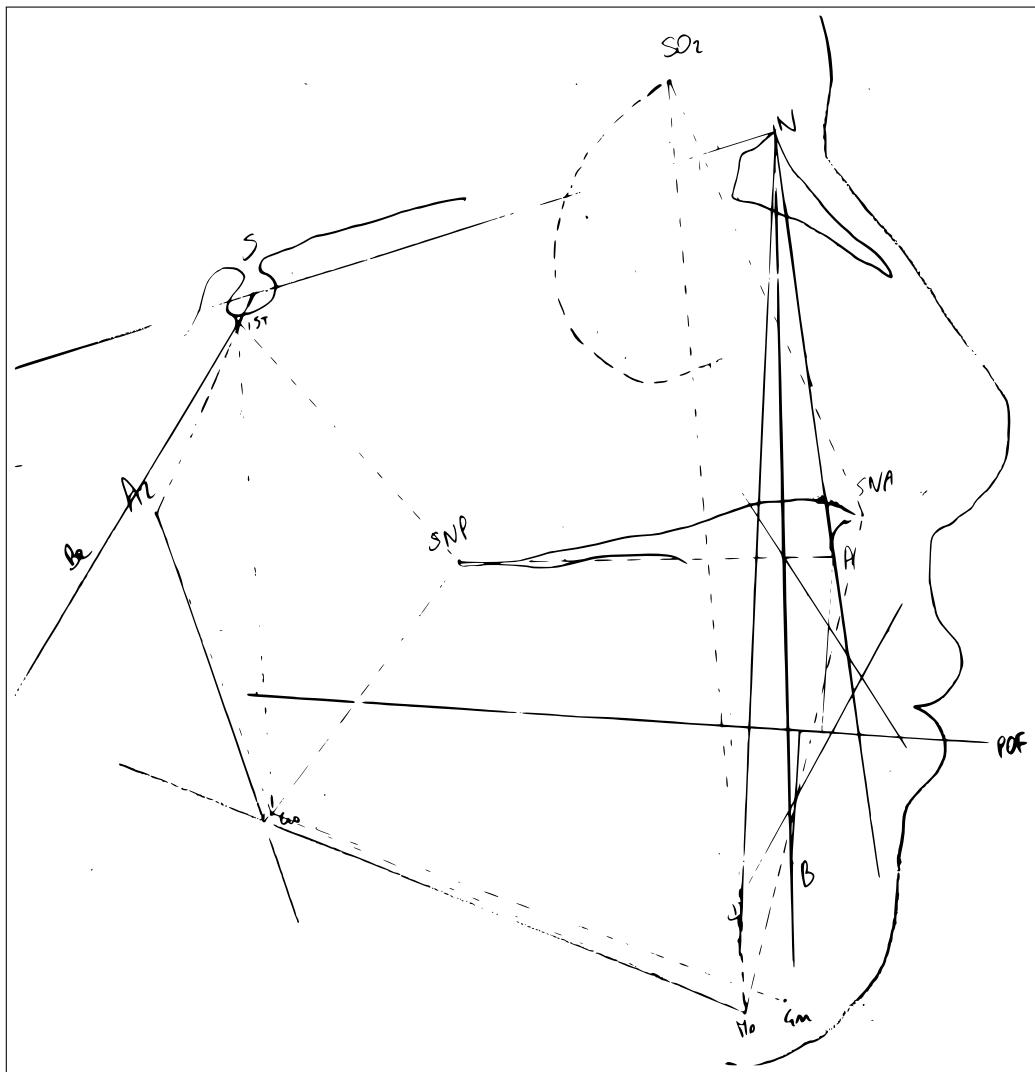




**Fig. A.6.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



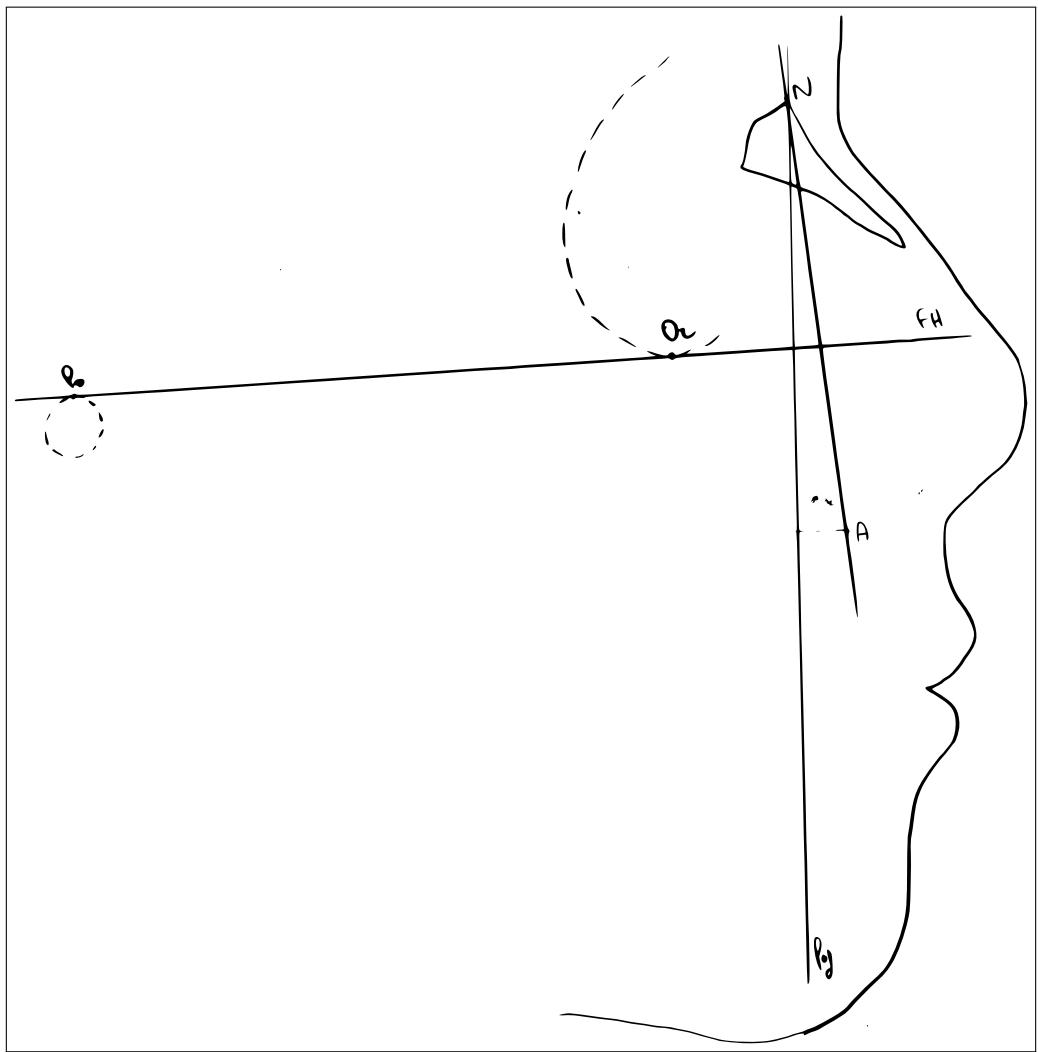
**Fig. A.7.:** Analisi delle controparti di Enlow



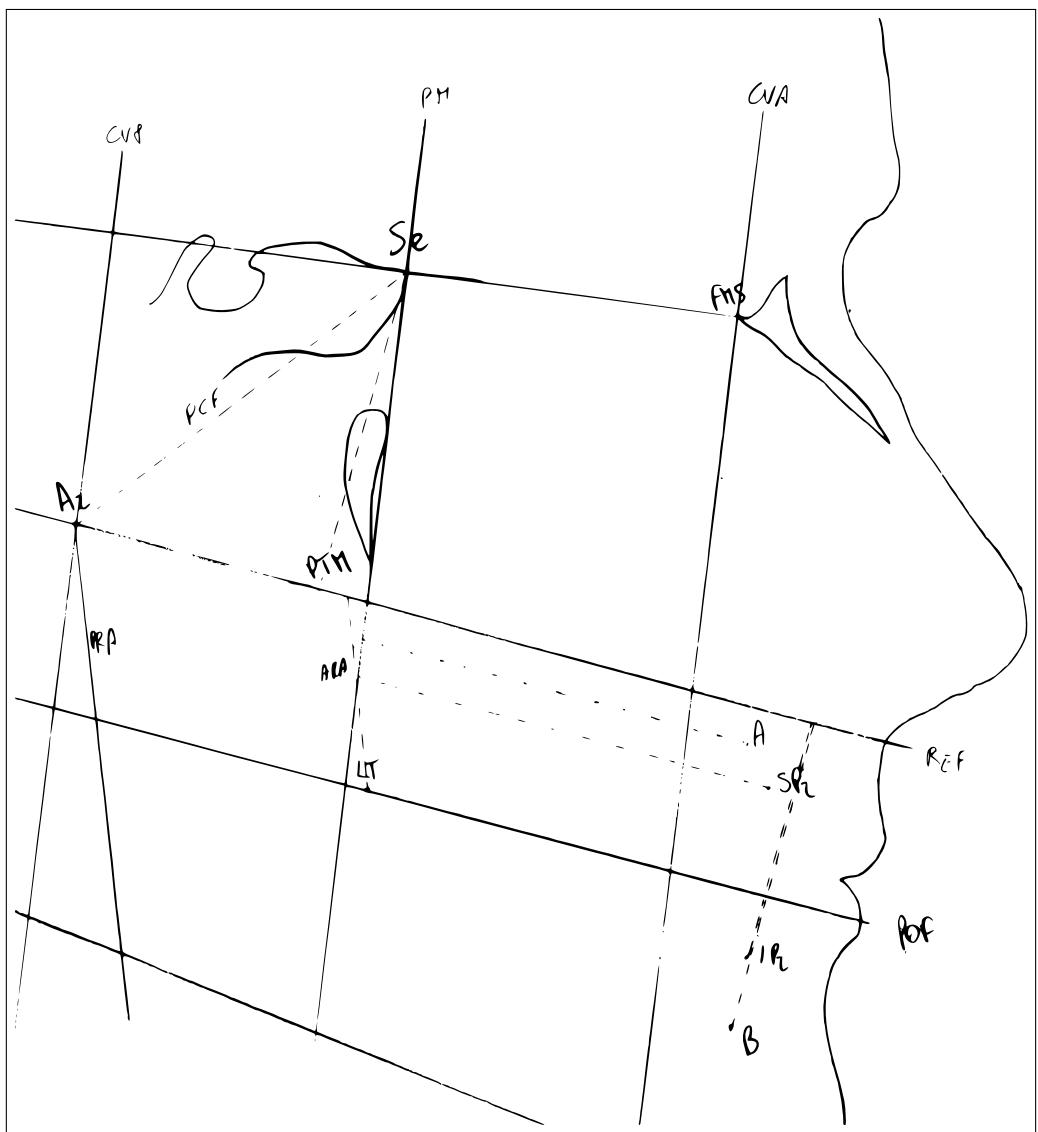
**Fig. A.8.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 4: ALELO1994, M, 16aa.**

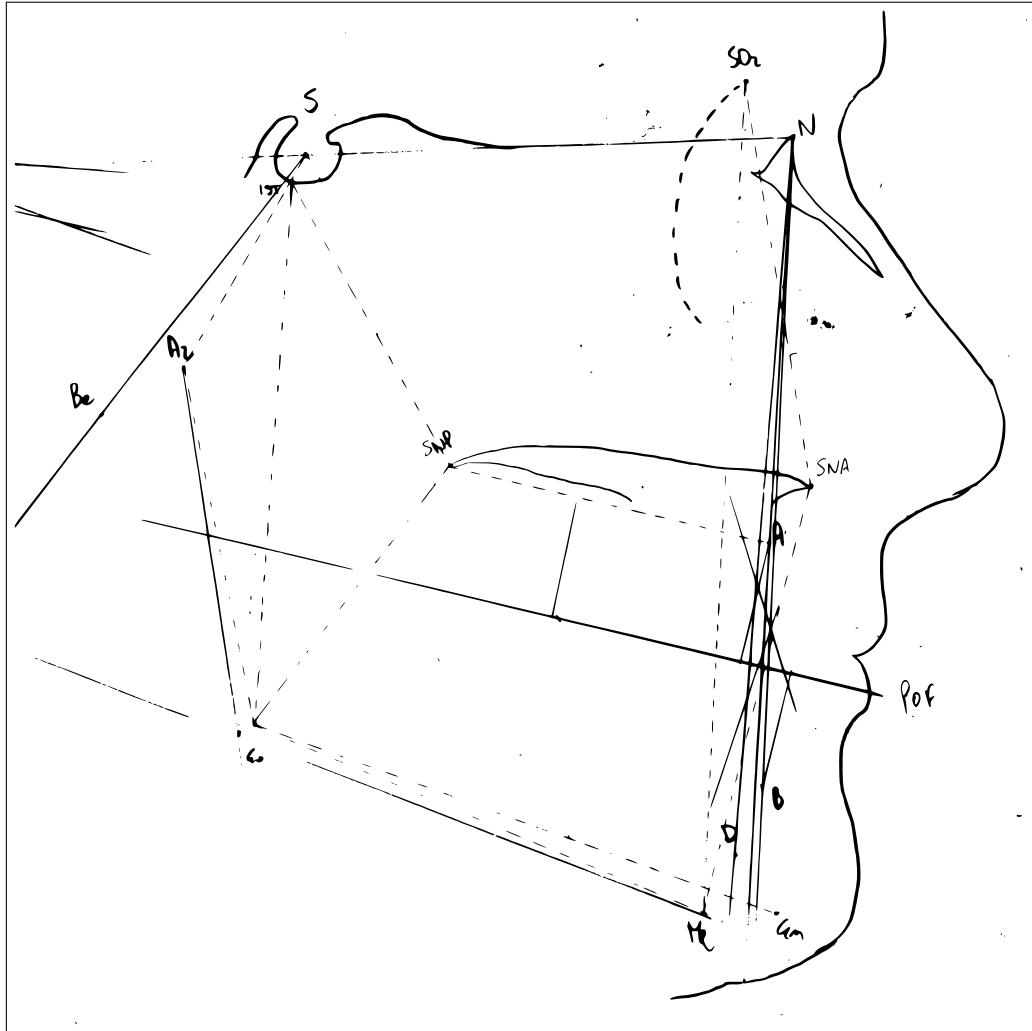




**Fig. A.9.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



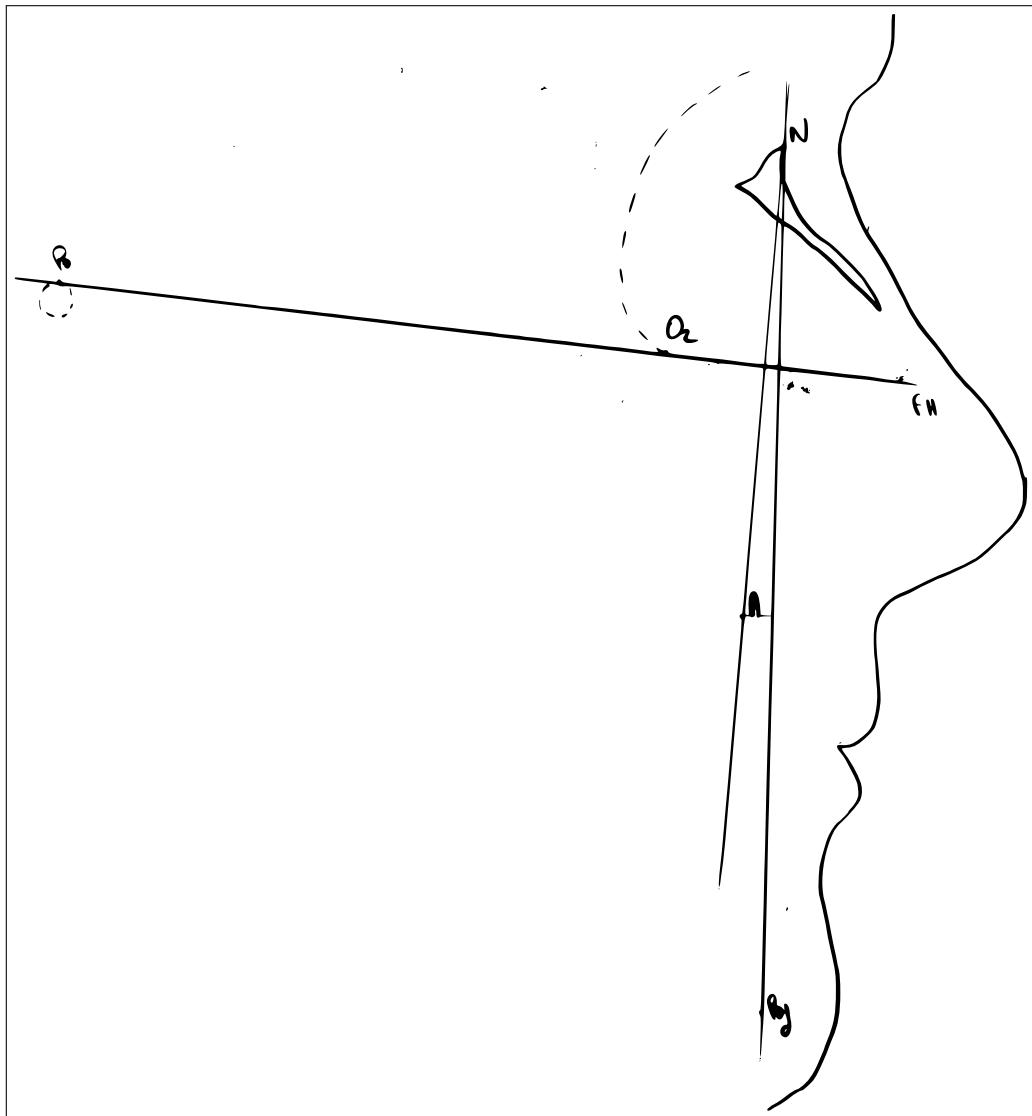
**Fig. A.10.:** Analisi delle controparti di Enlow



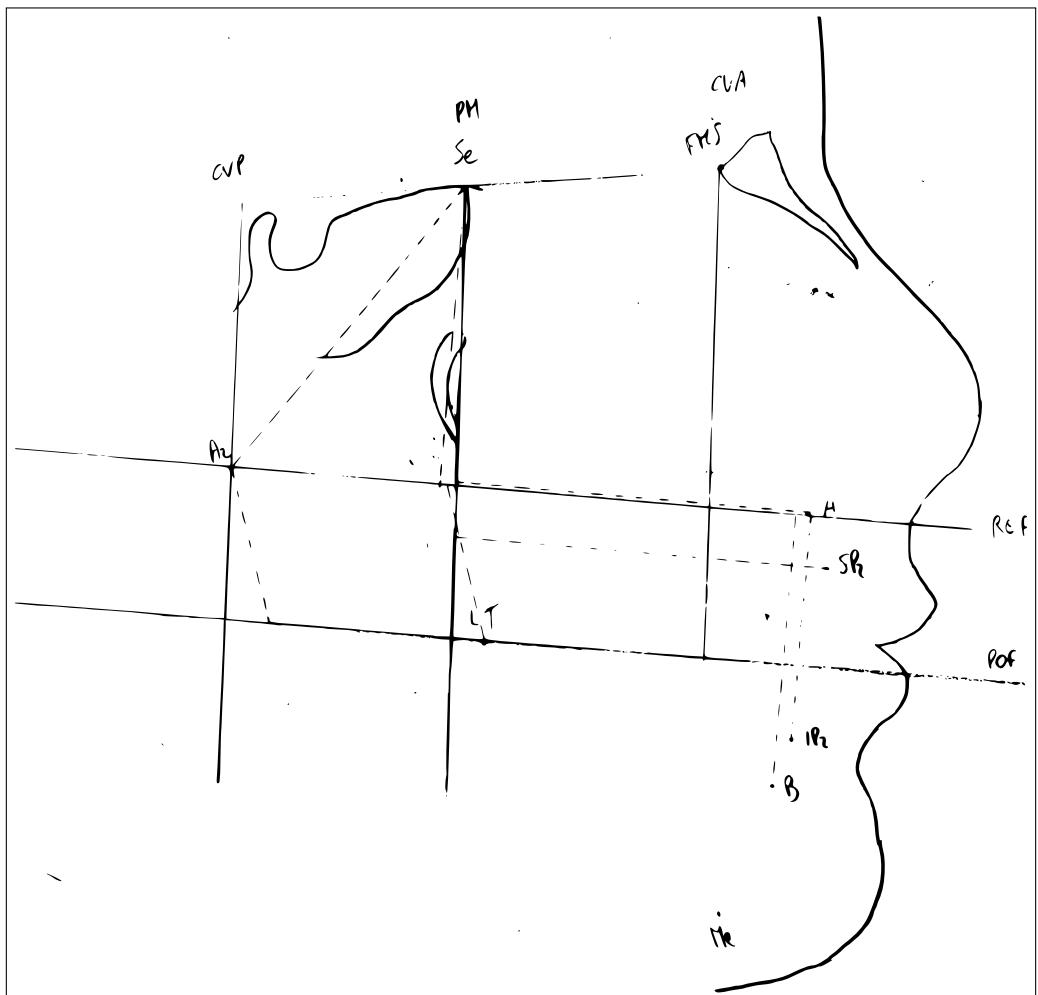
**Fig. A.11.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 5: EMALO2001, M, 8aa.**

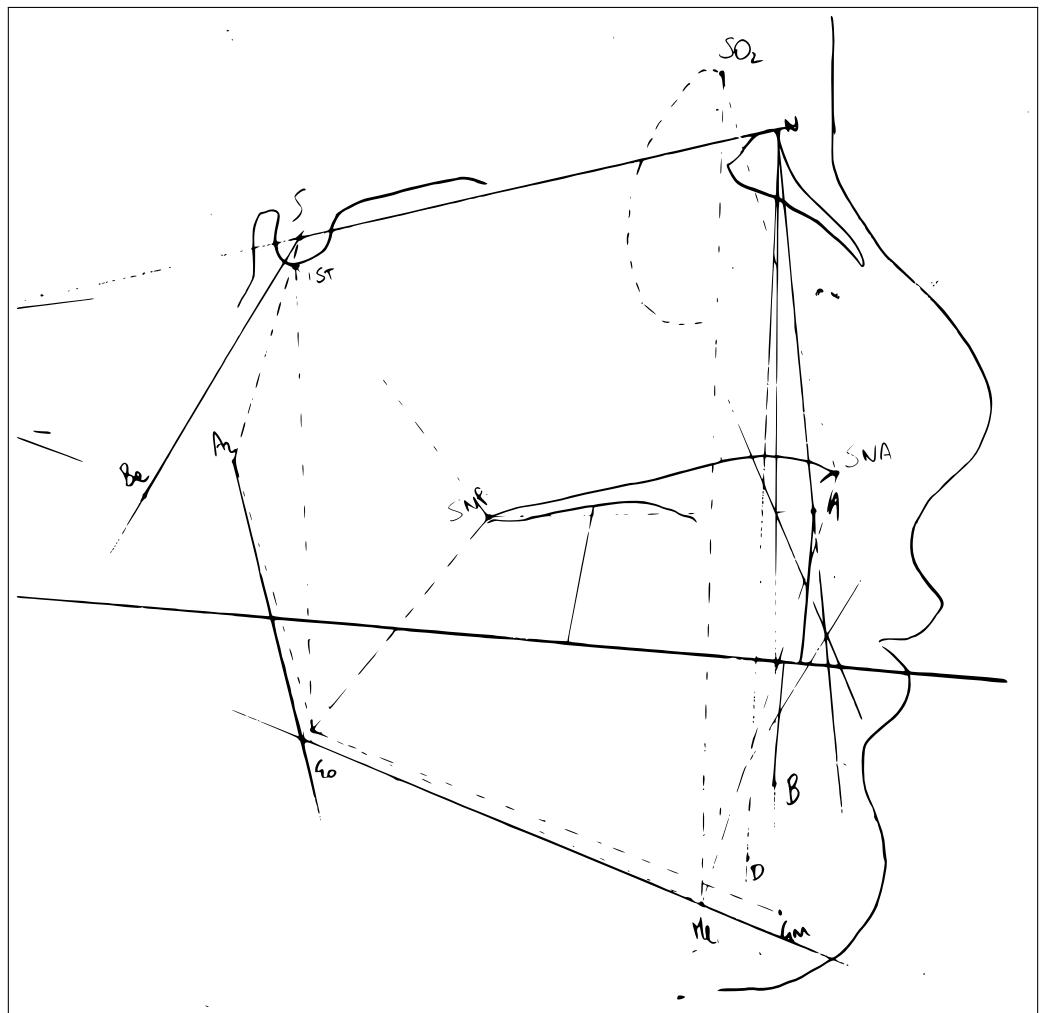




**Fig. A.12.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



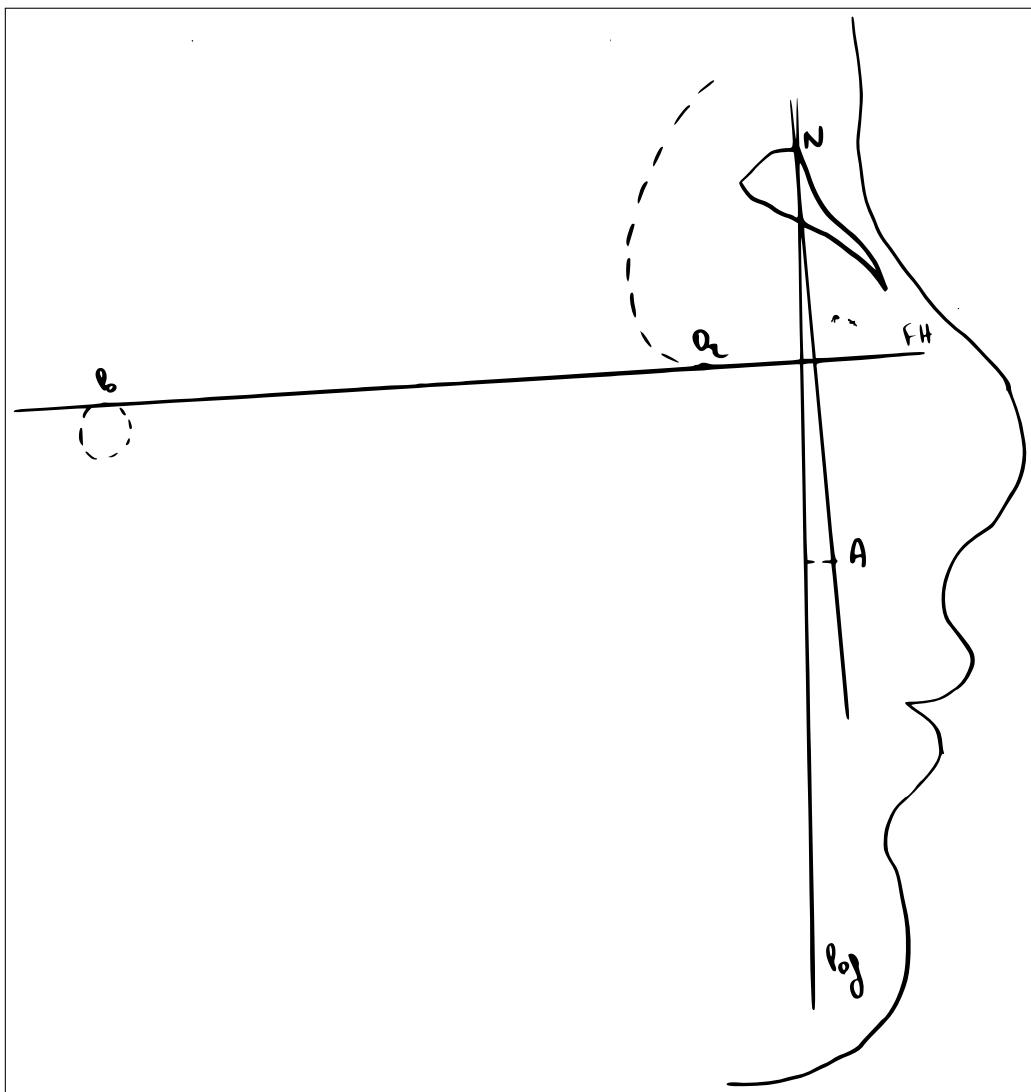
**Fig. A.13.: Analisi delle controparti di Enlow**



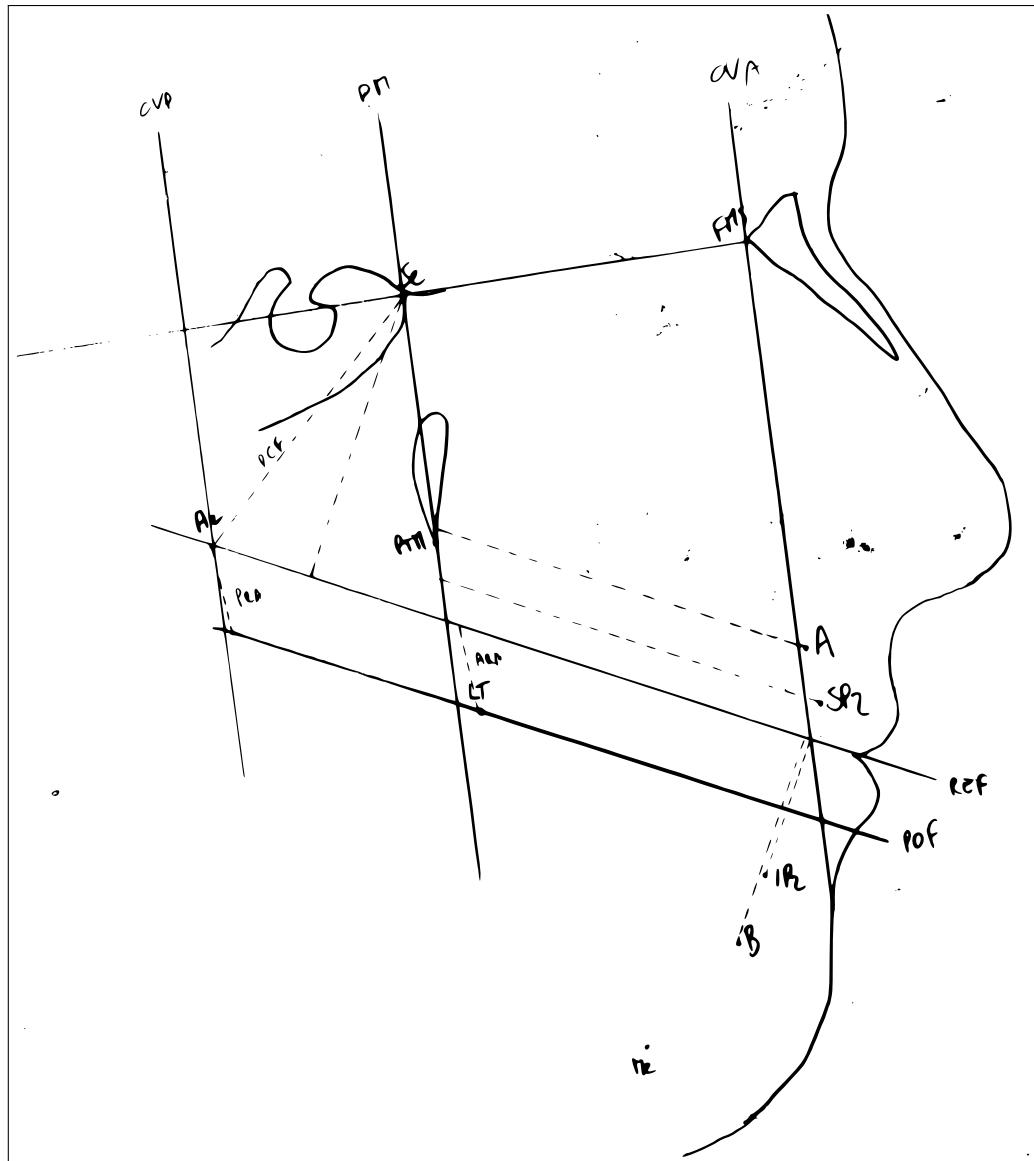
**Fig. A.14.: Analisi di Giannì e indice Wits**

**Paziente 6: MAMI2000, F, 9aa.**

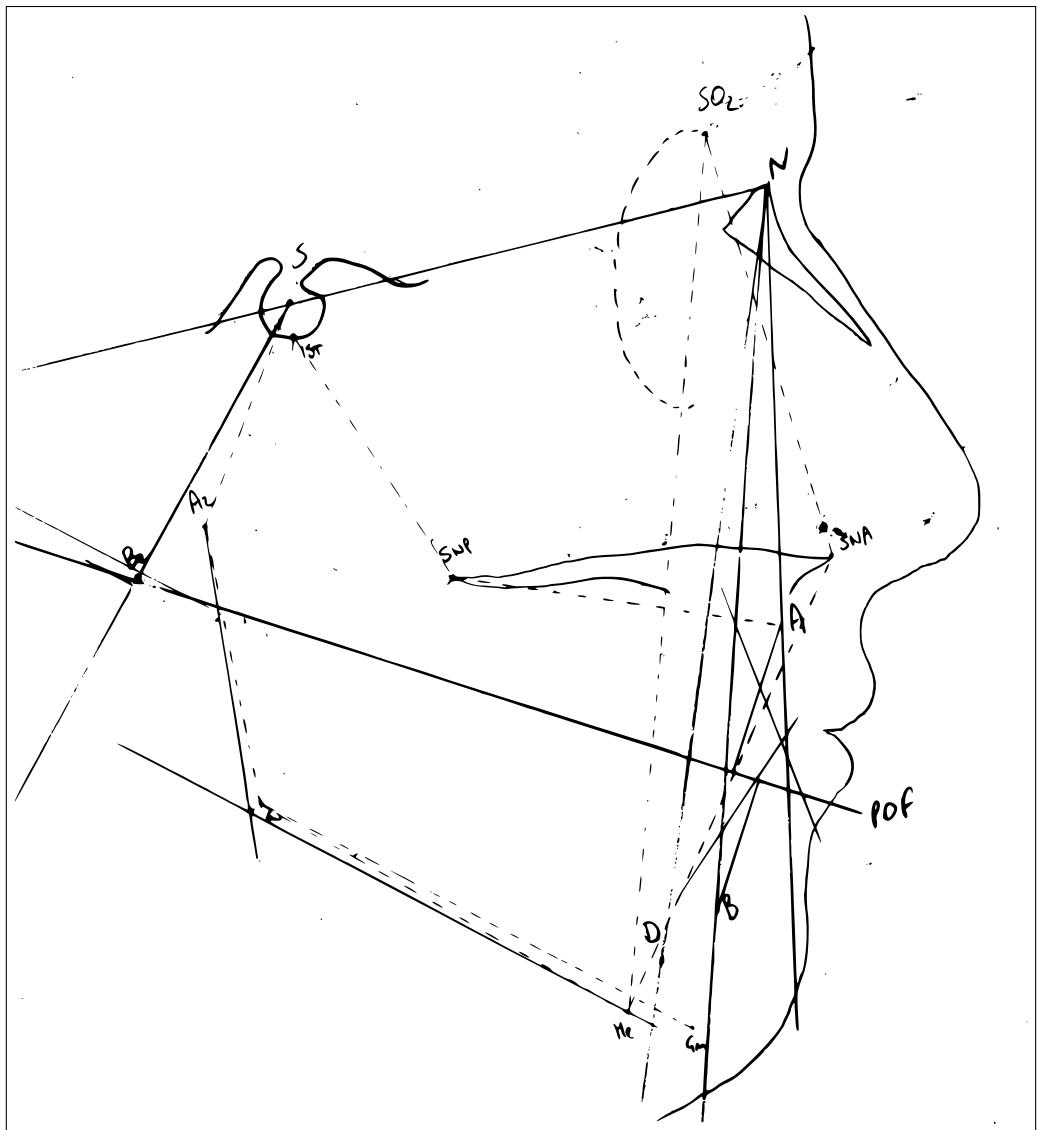




**Fig. A.15.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



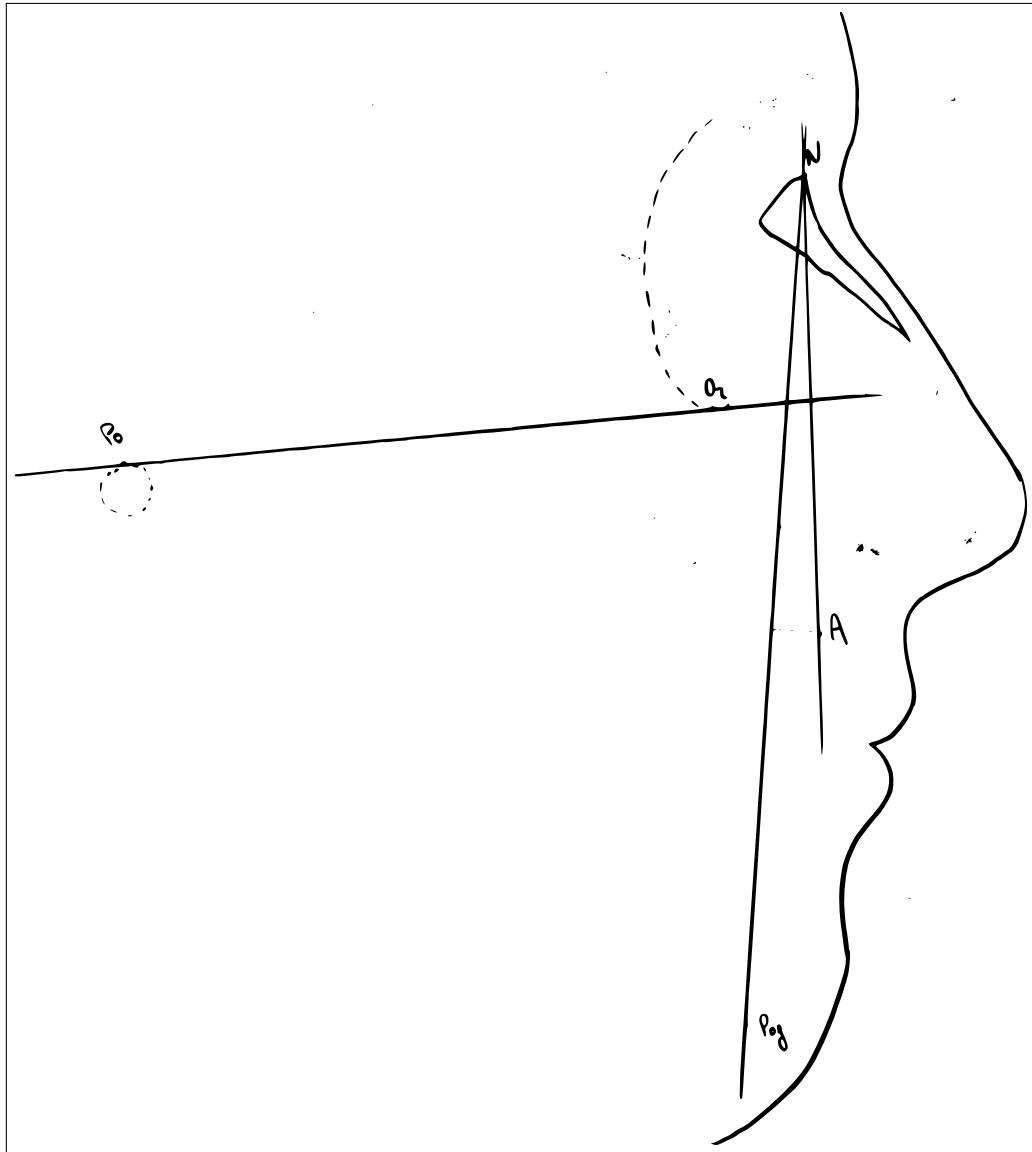
**Fig. A.16.:** Analisi delle controparti di Enlow



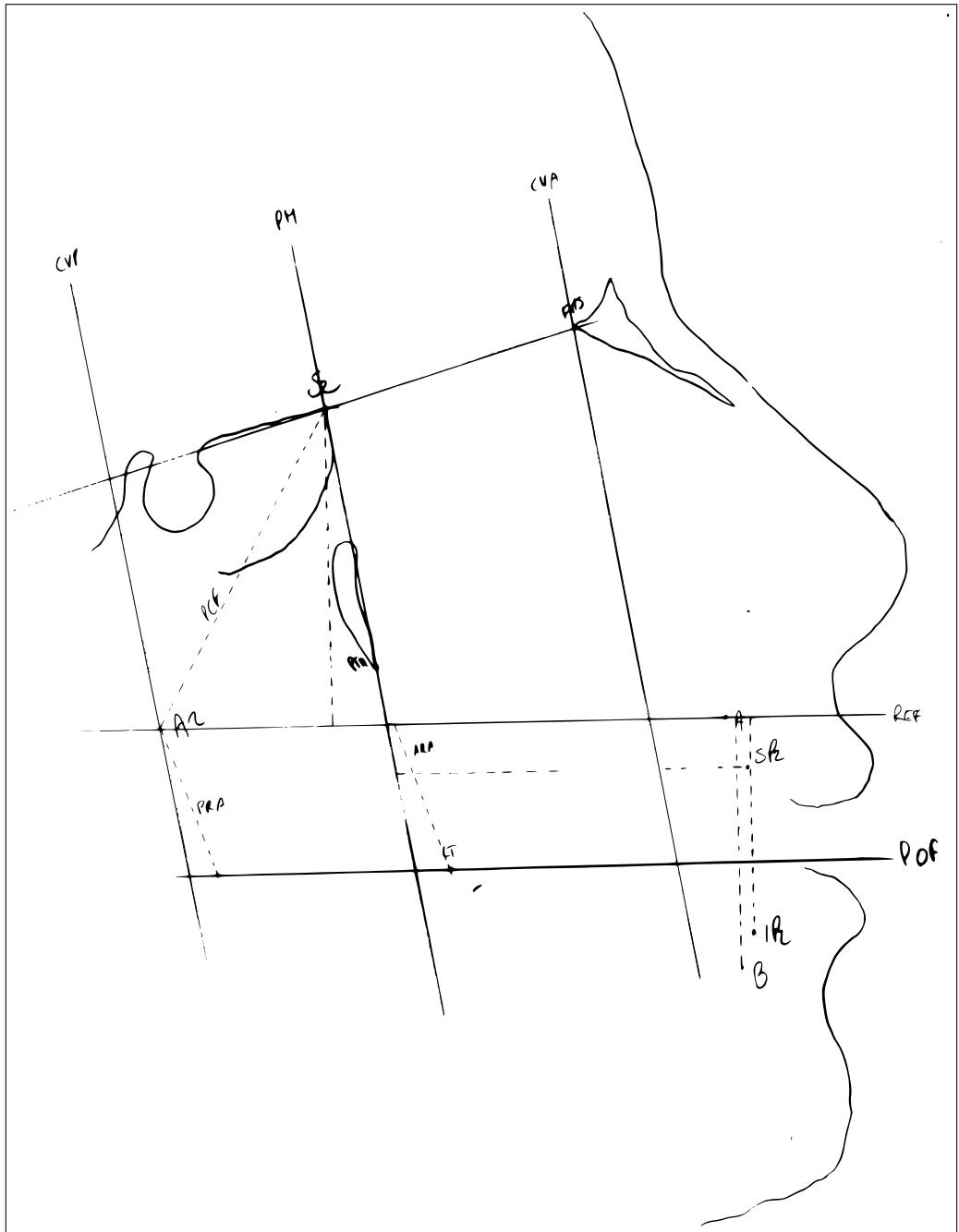
**Fig. A.17.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 7: AHMO1996, M, 9aa.**

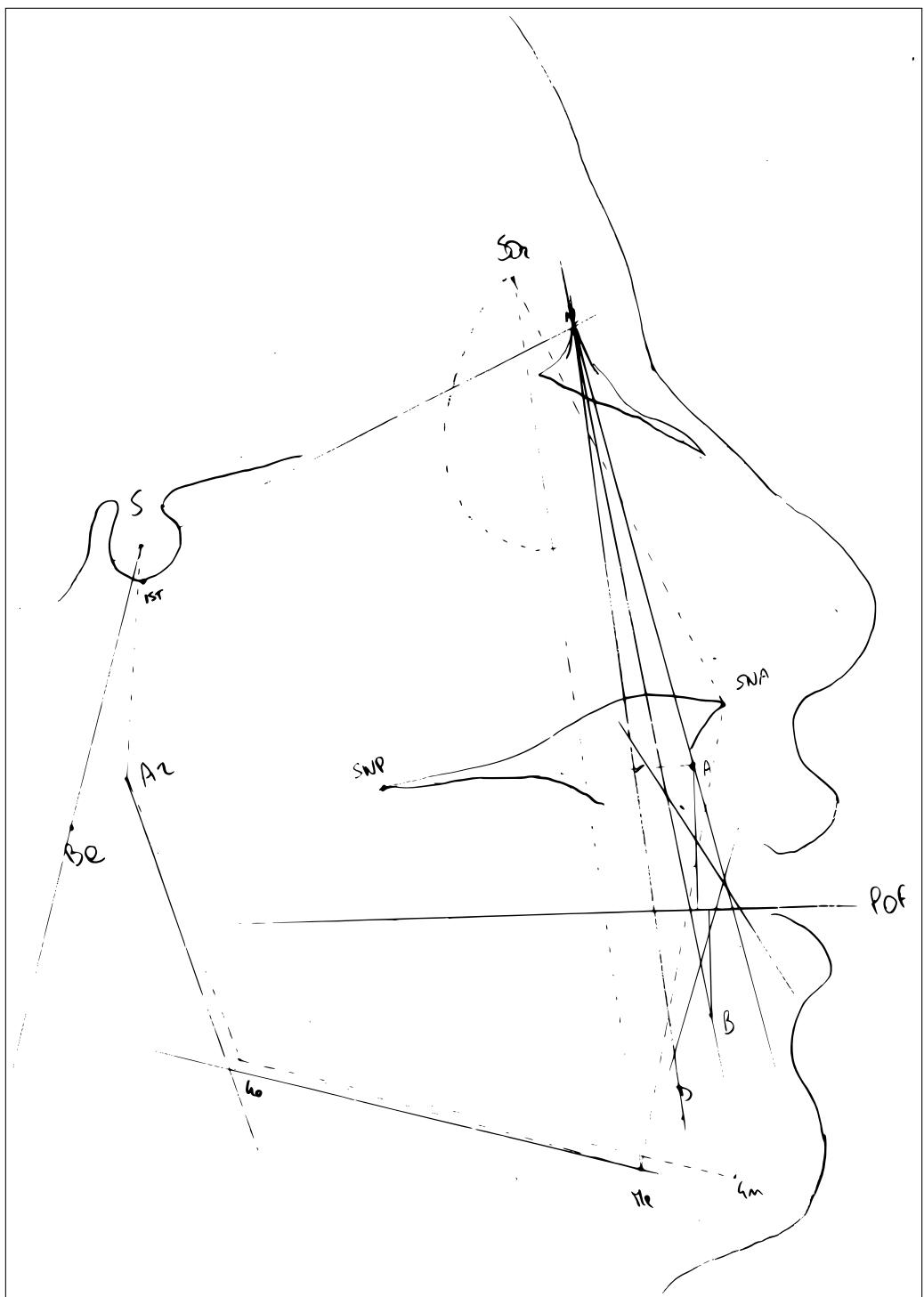




**Fig. A.18.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



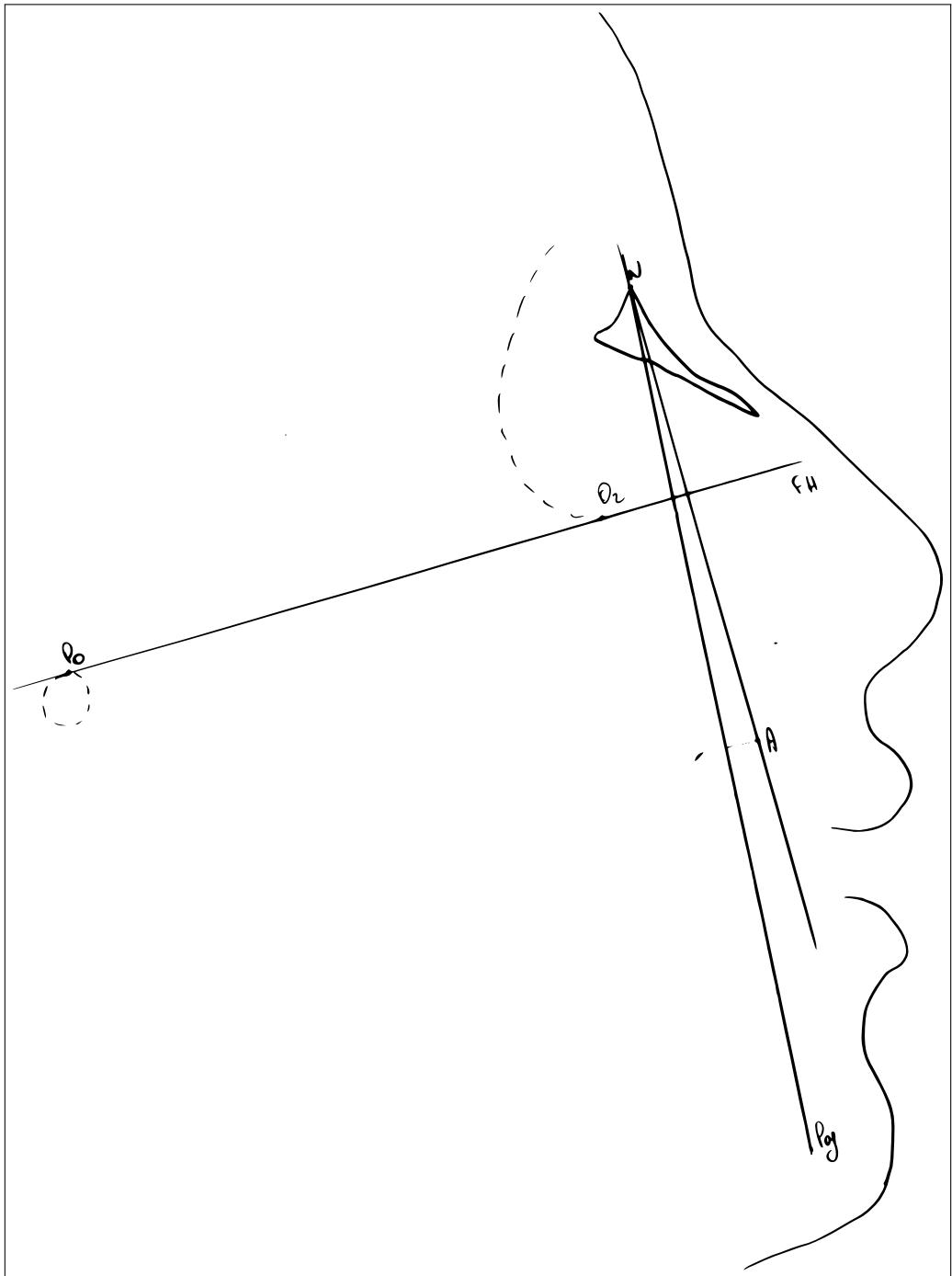
**Fig. A.19.: Analisi delle controparti di Enlow**



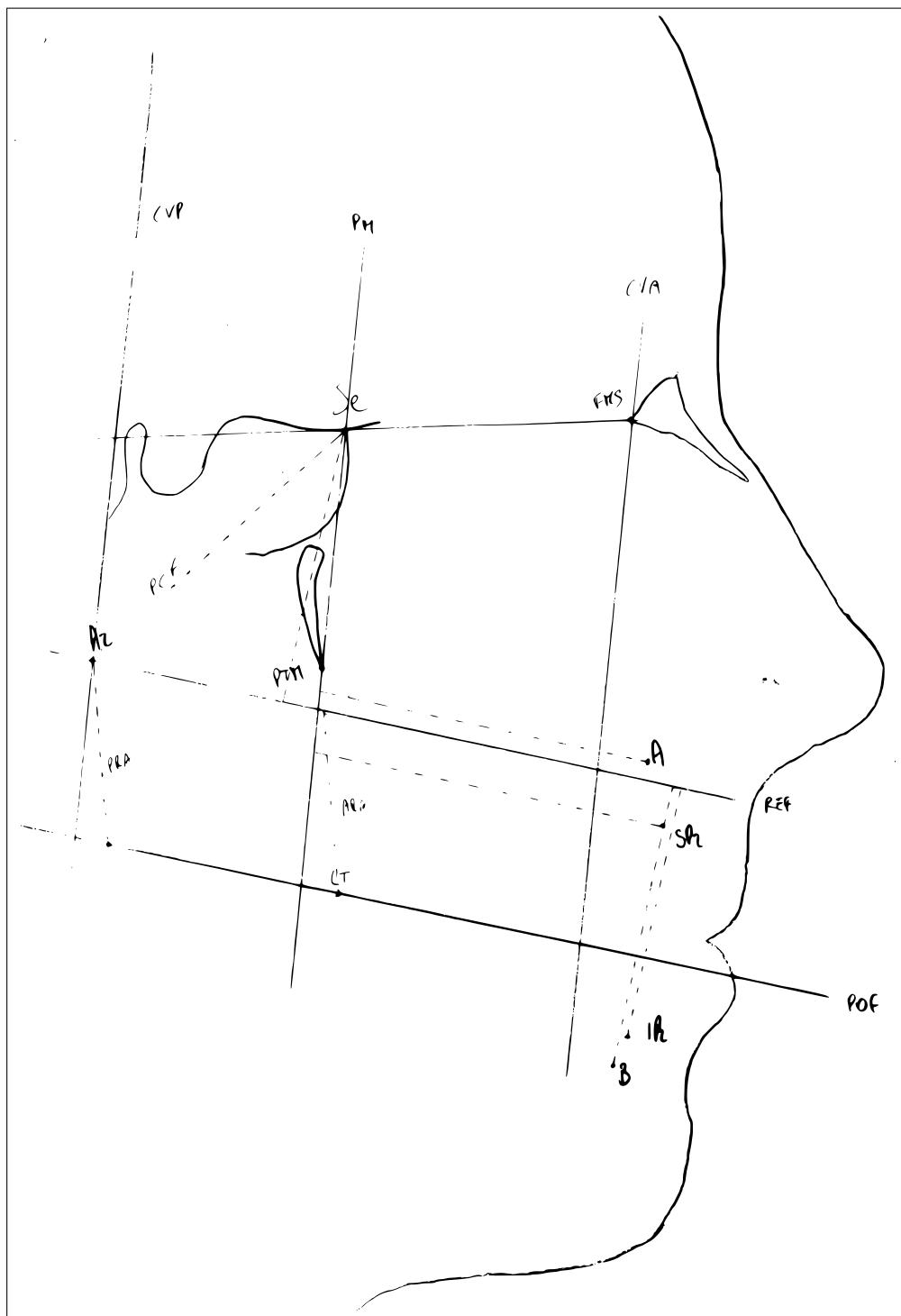
**Fig. A.20.: Analisi di Giannì e indice Wits**

**Paziente 8: RONA1997, F, 12aa.**

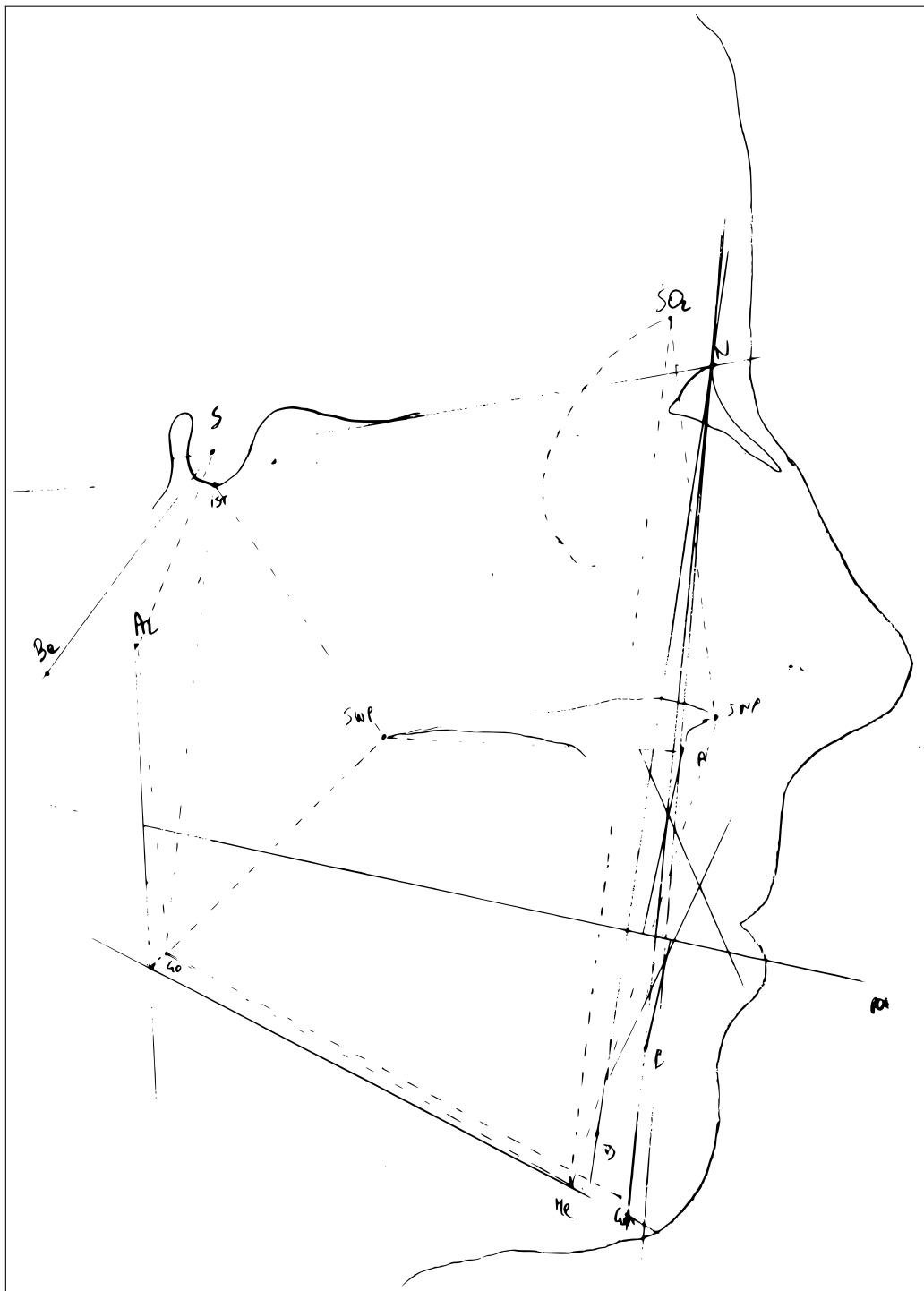




**Fig. A.21.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

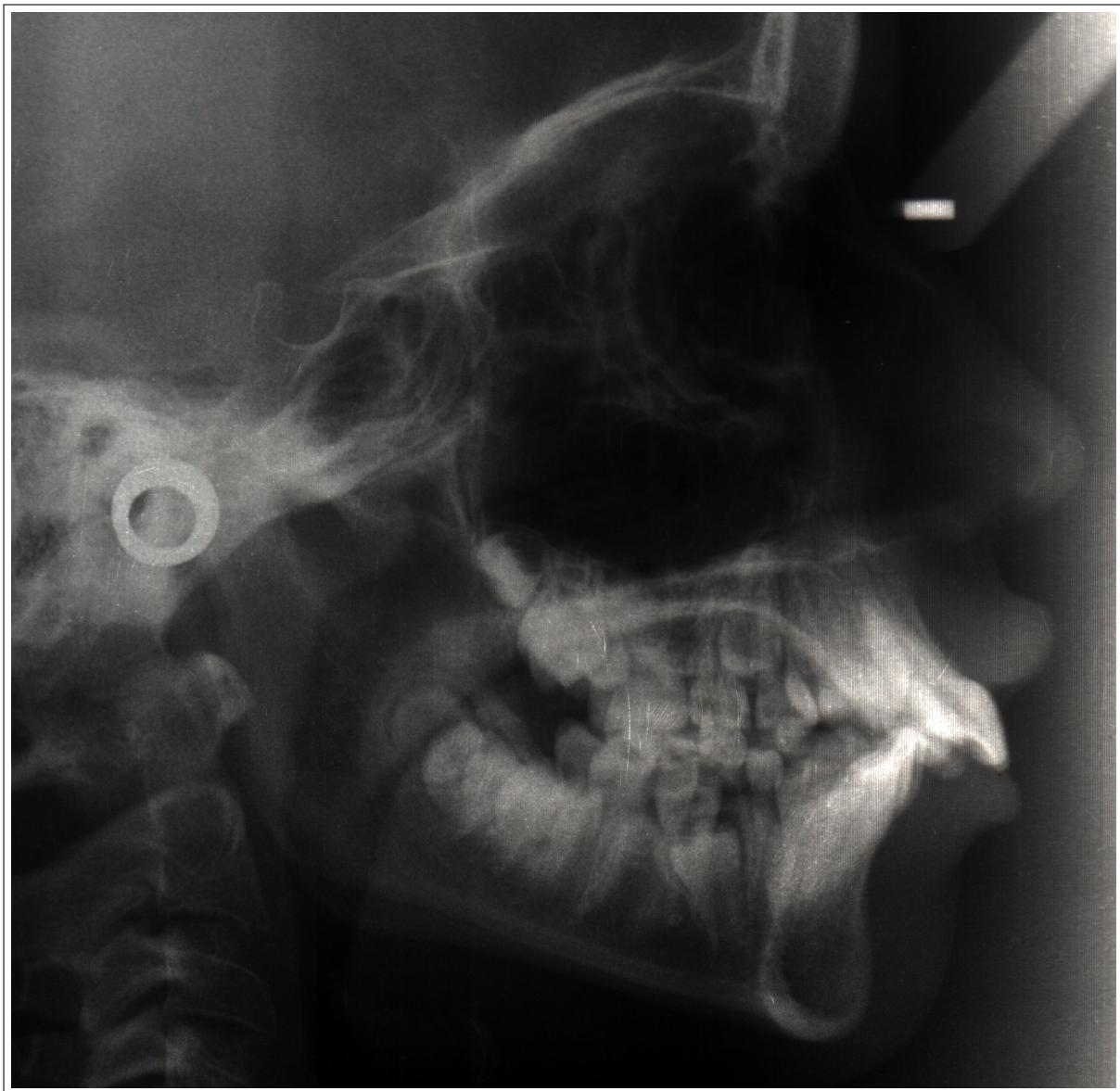


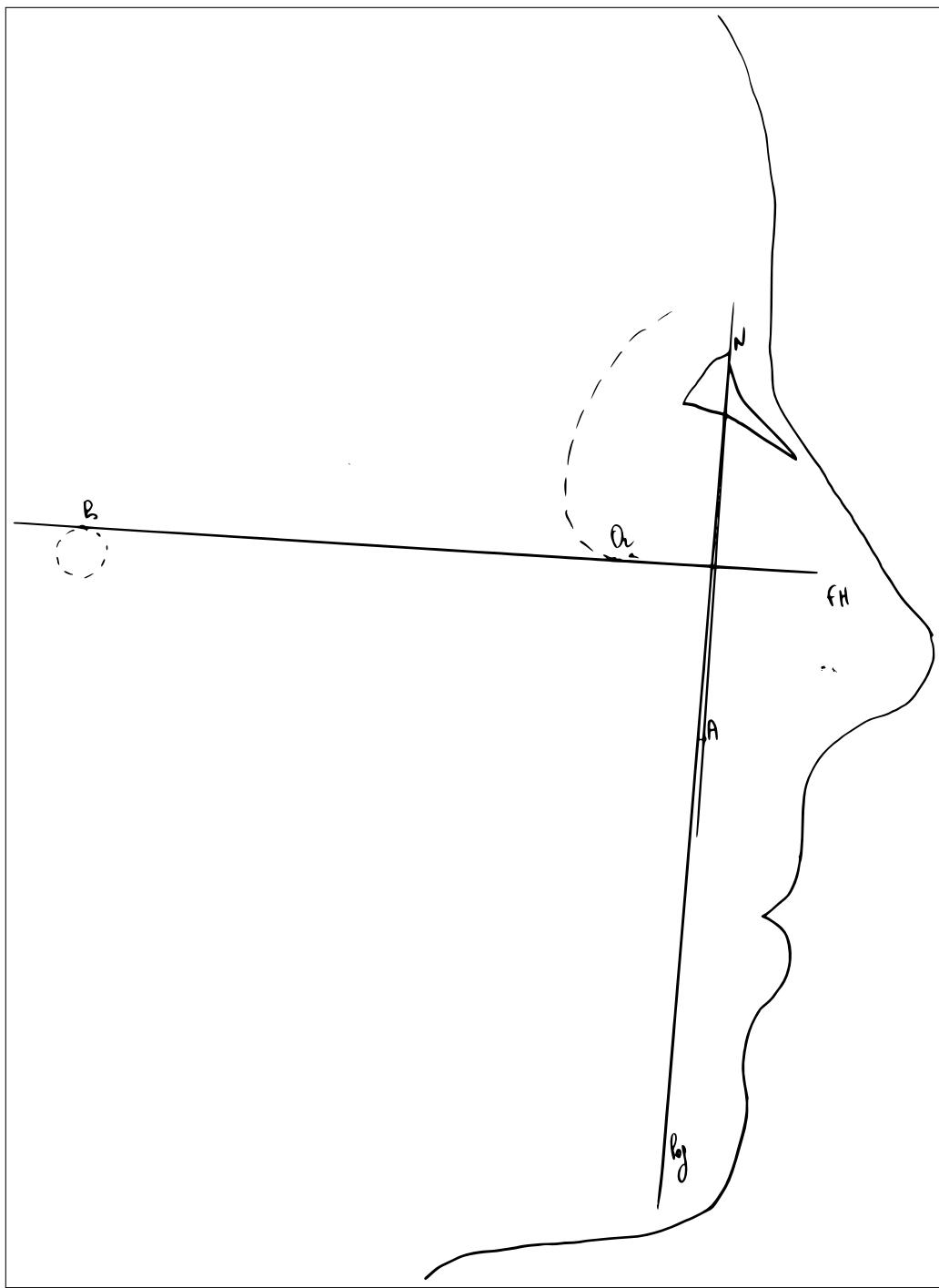
**Fig. A.22.: Analisi delle controparti di Enlow**



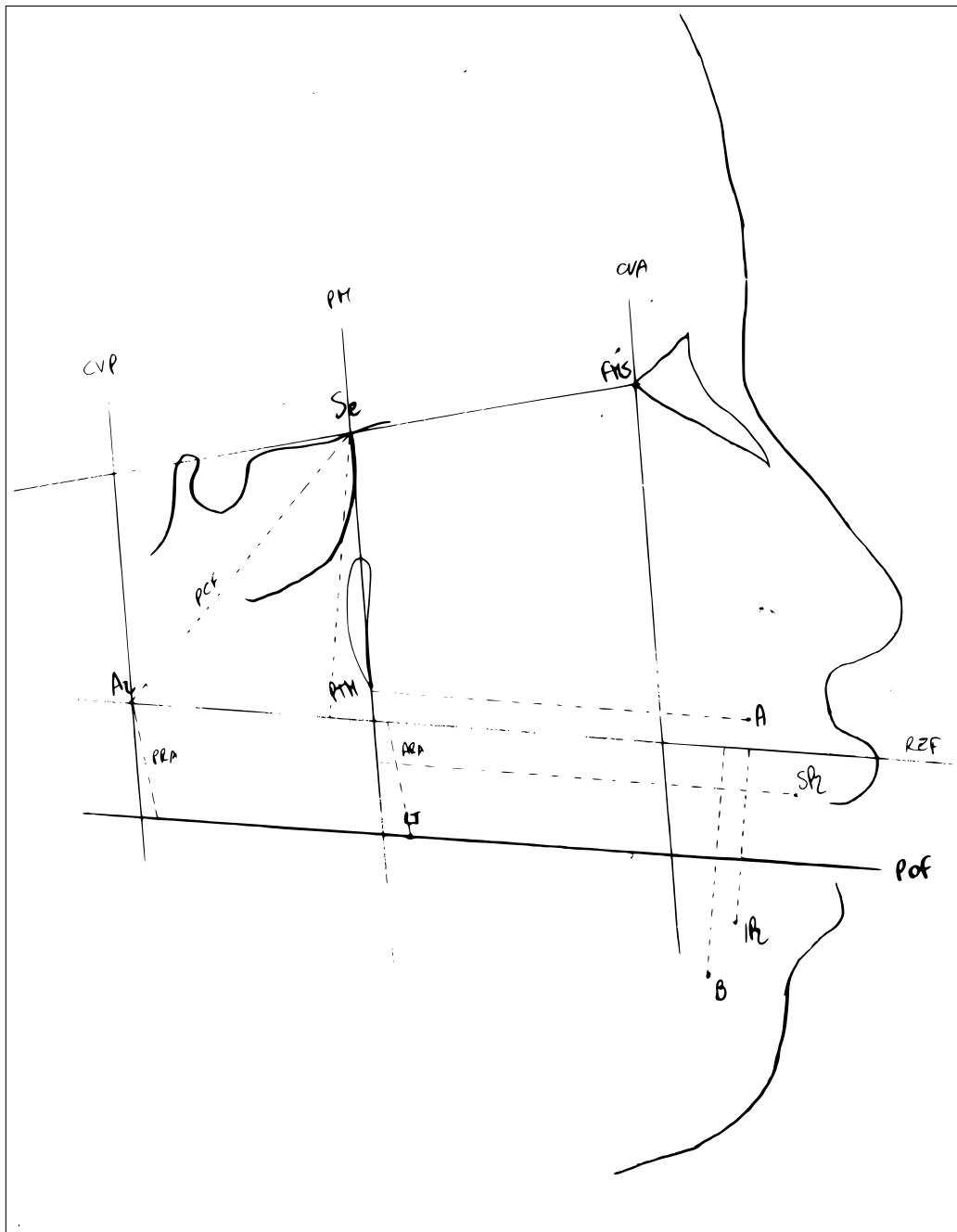
**Fig. A.23.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 9: CAQUA1998, M, 12aa.**

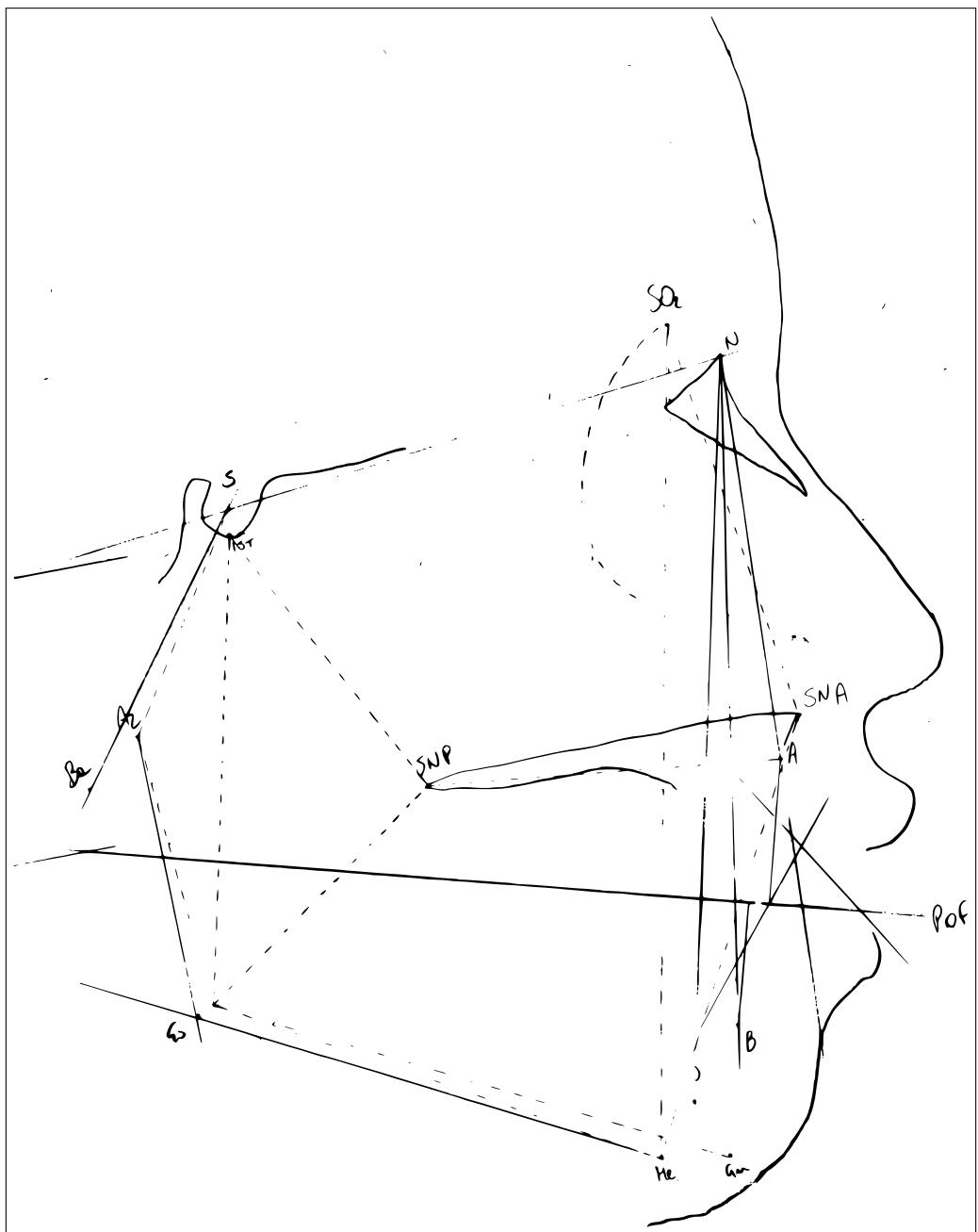




**Fig. A.24.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

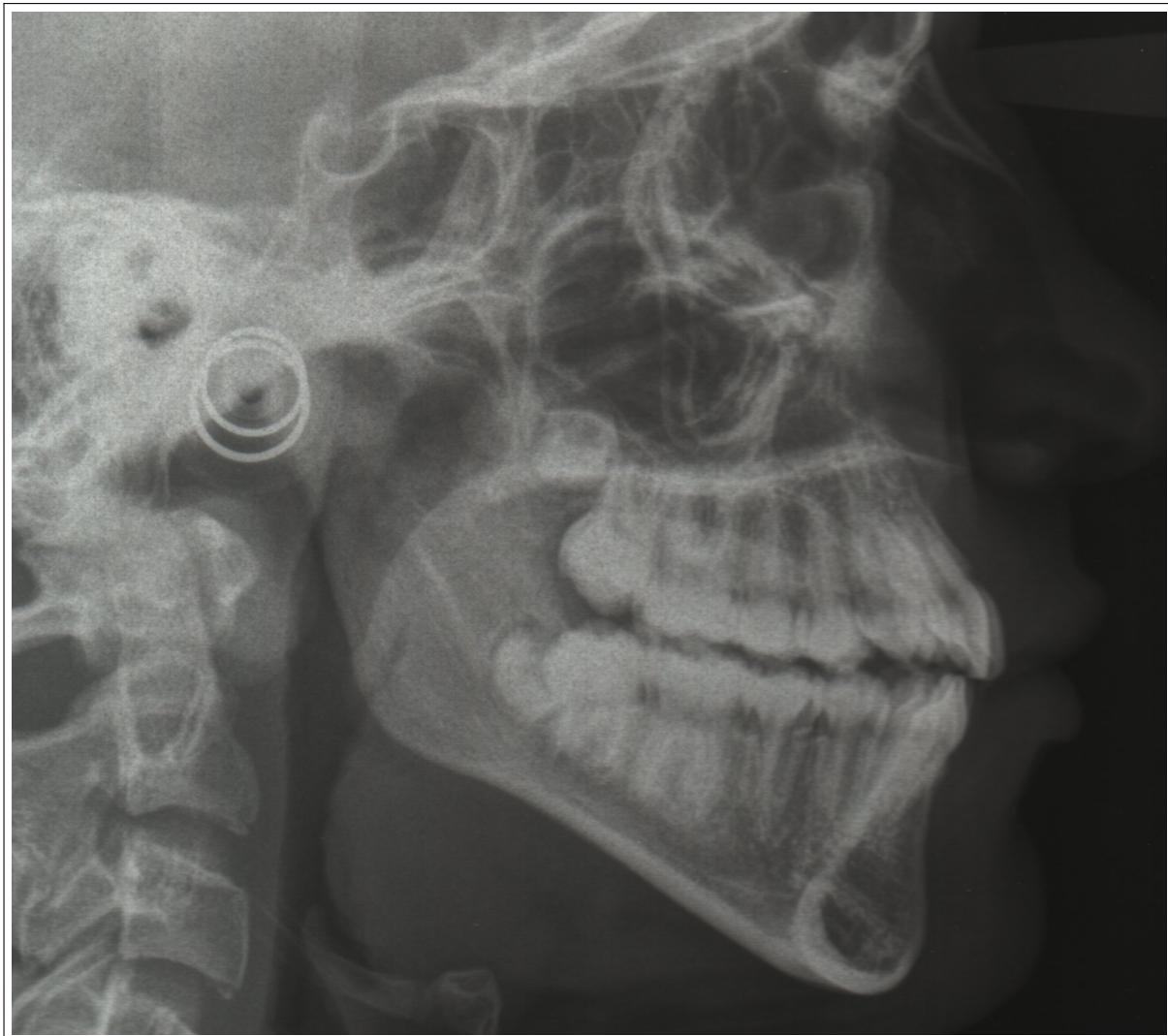


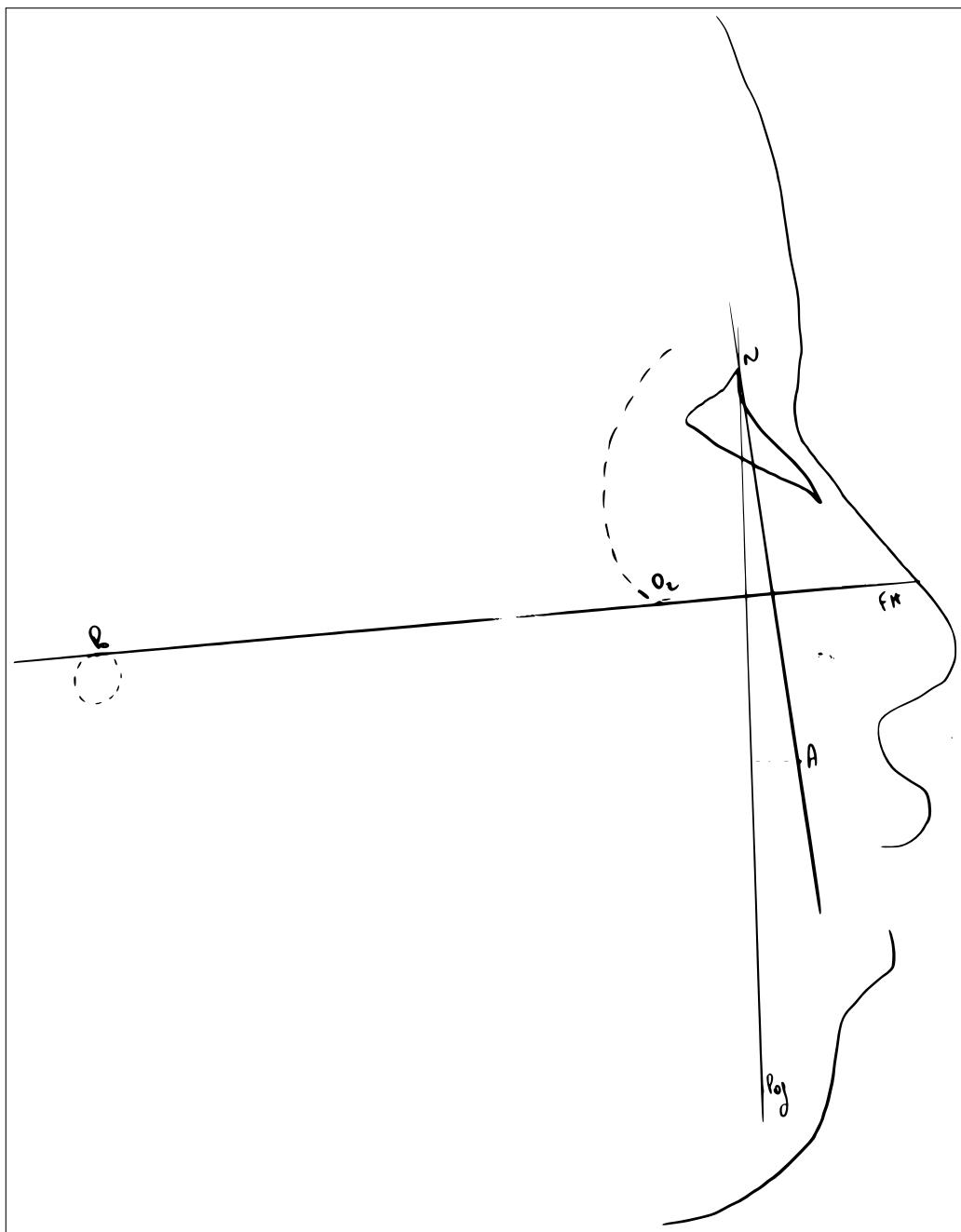
**Fig. A.25.:** Analisi delle controparti di Enlow



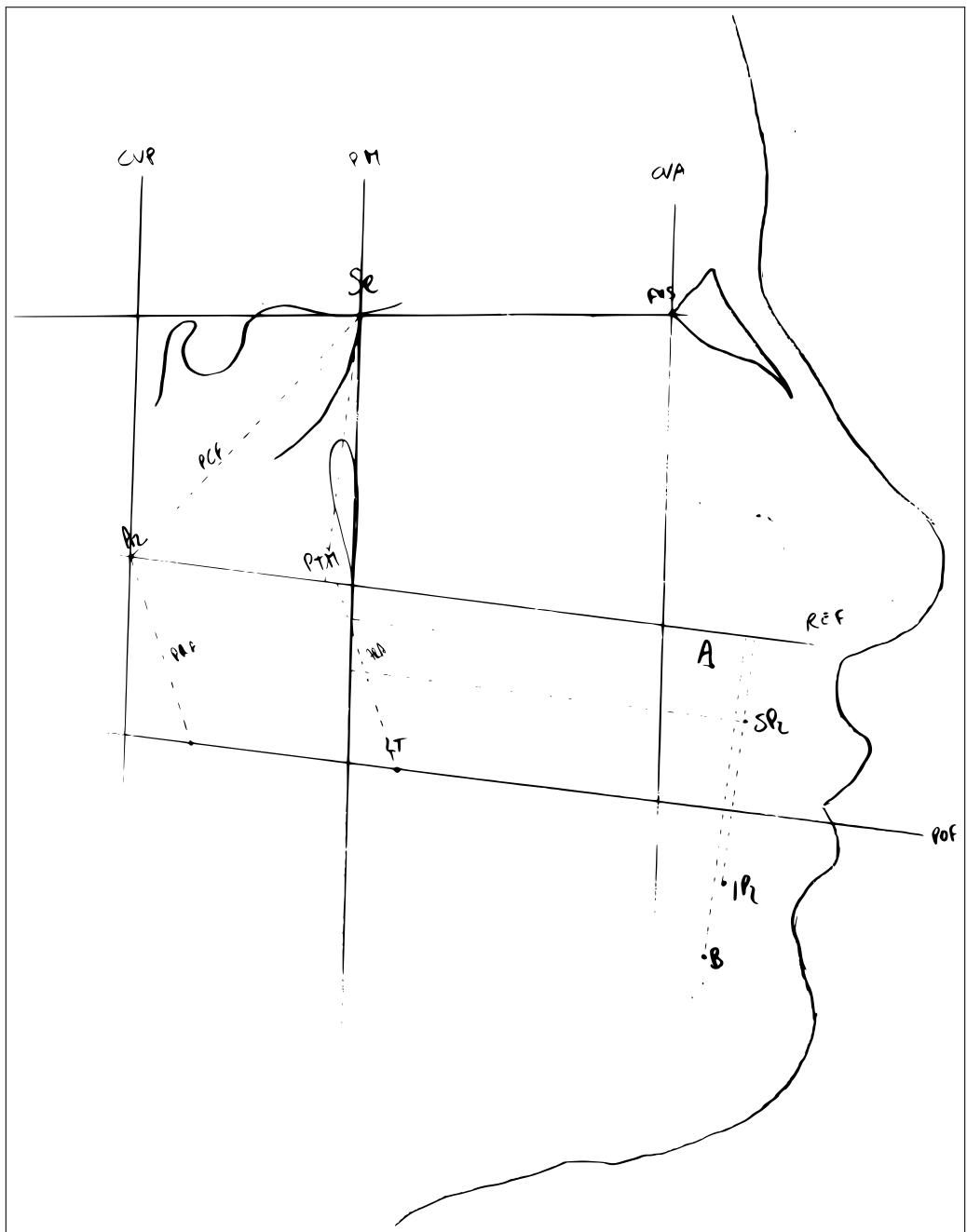
**Fig. A.26.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 10: MAZO1997, F, 13aa.**

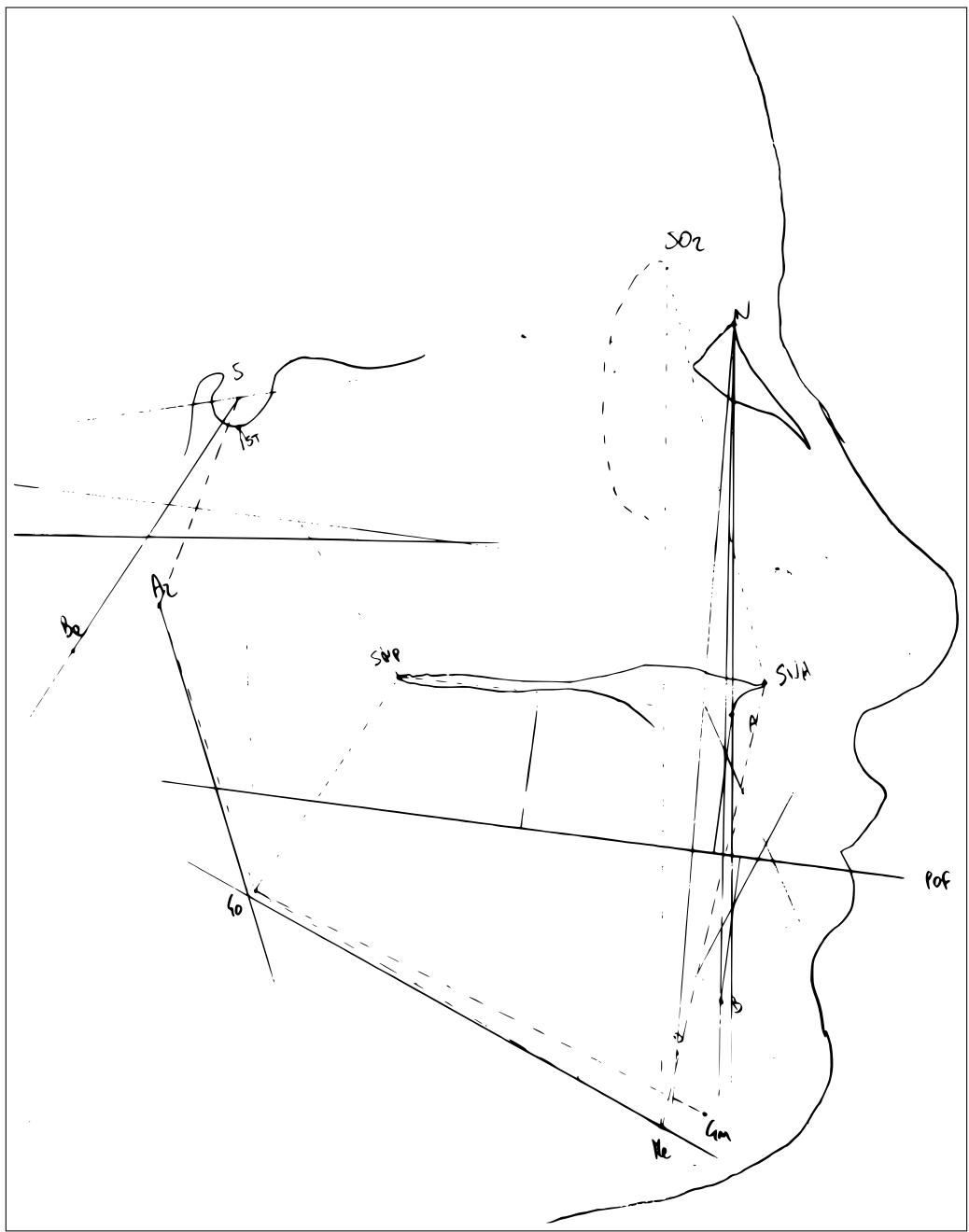




**Fig. A.27.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

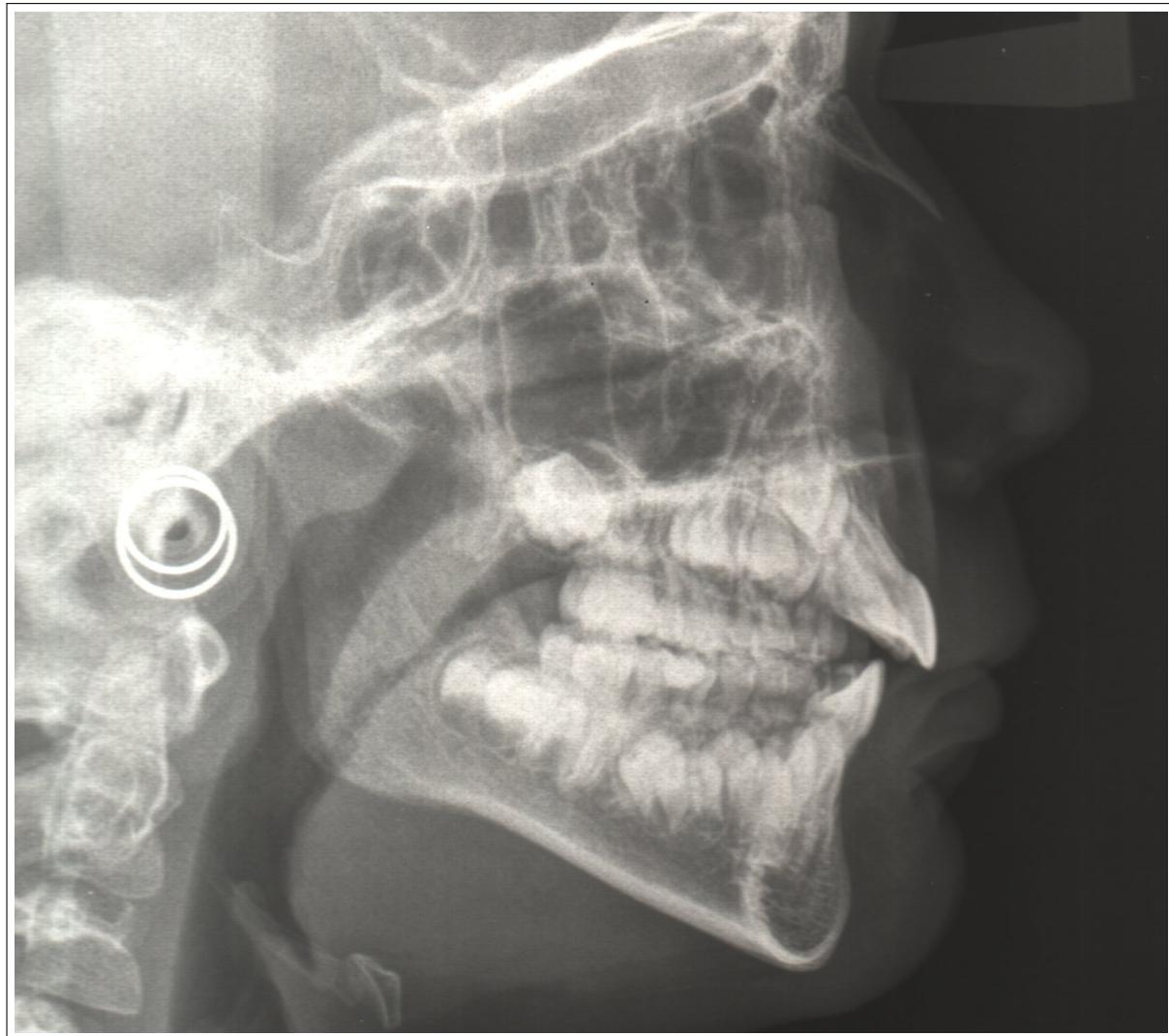


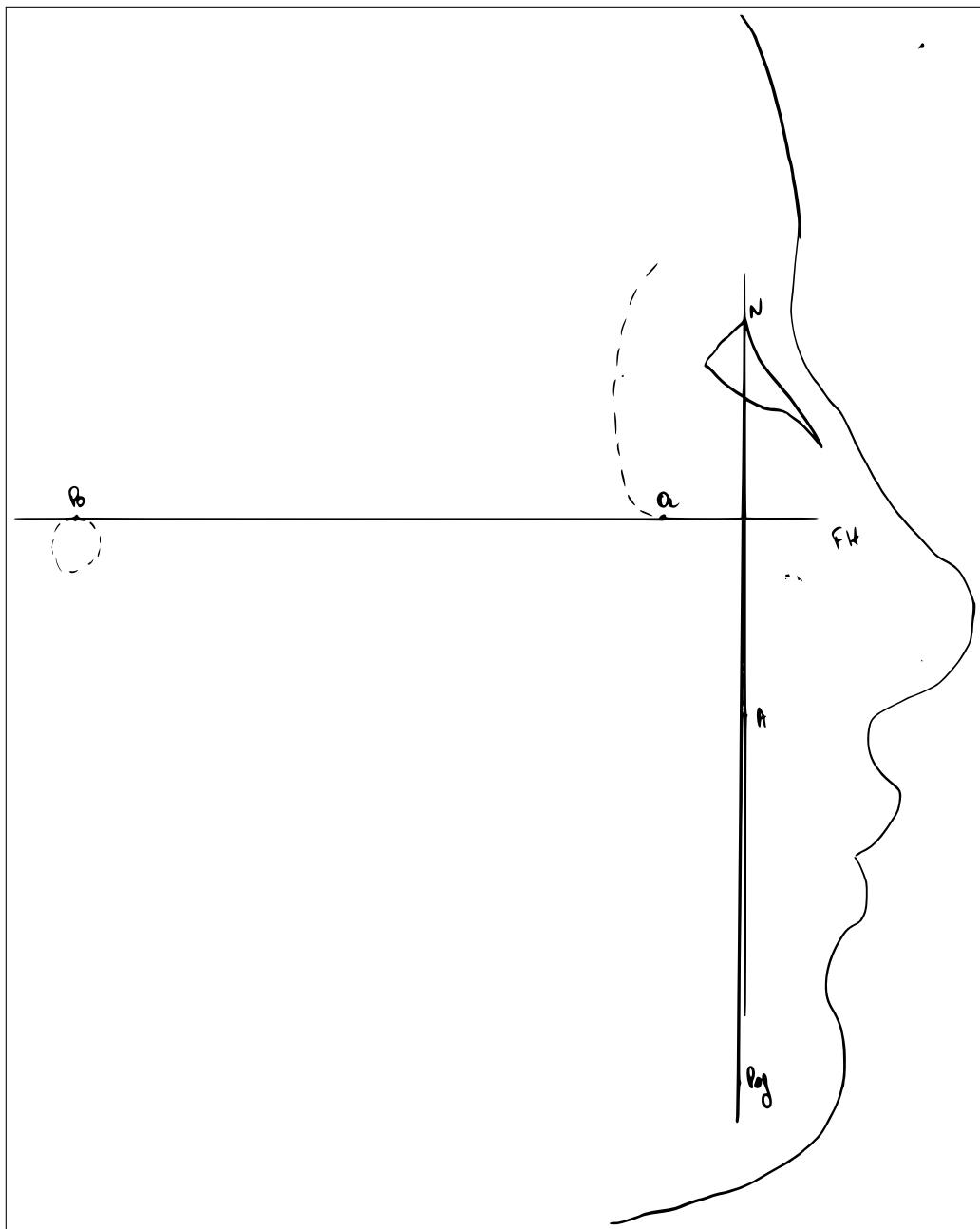
**Fig. A.28.: Analisi delle controparti di Enlow**



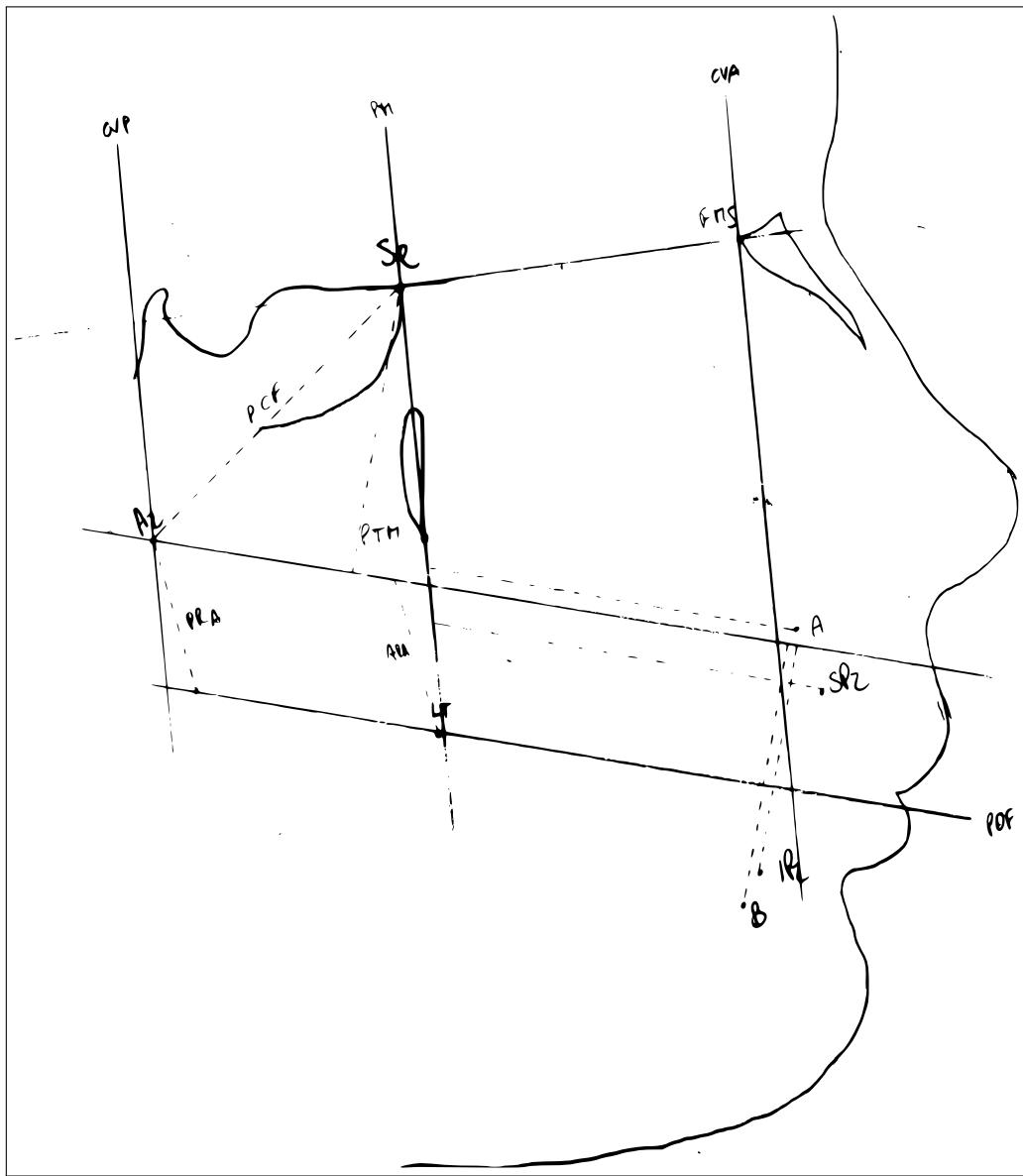
**Fig. A.29.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 11: STEZO2001, F, 9aa.**

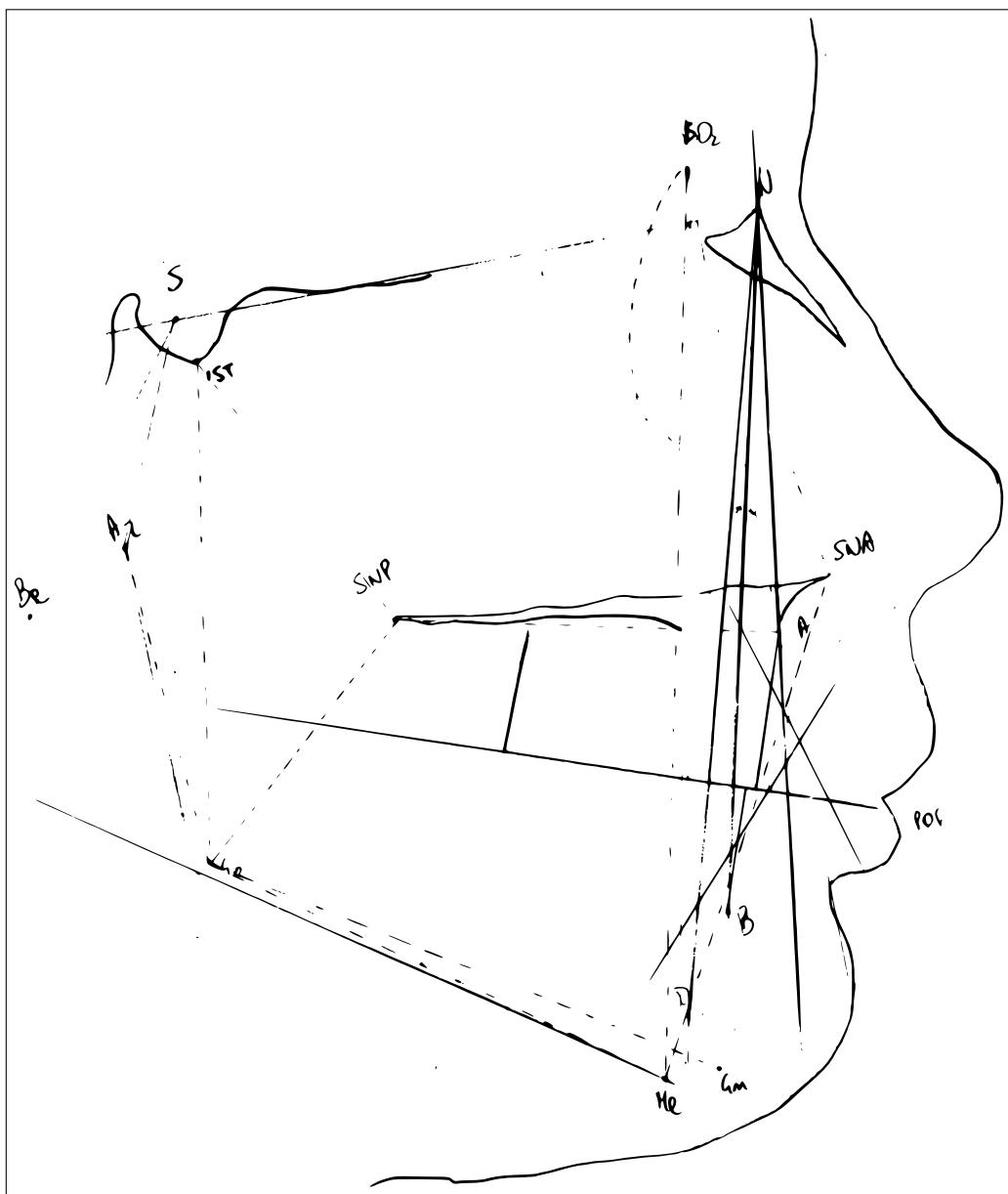




**Fig. A.30.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

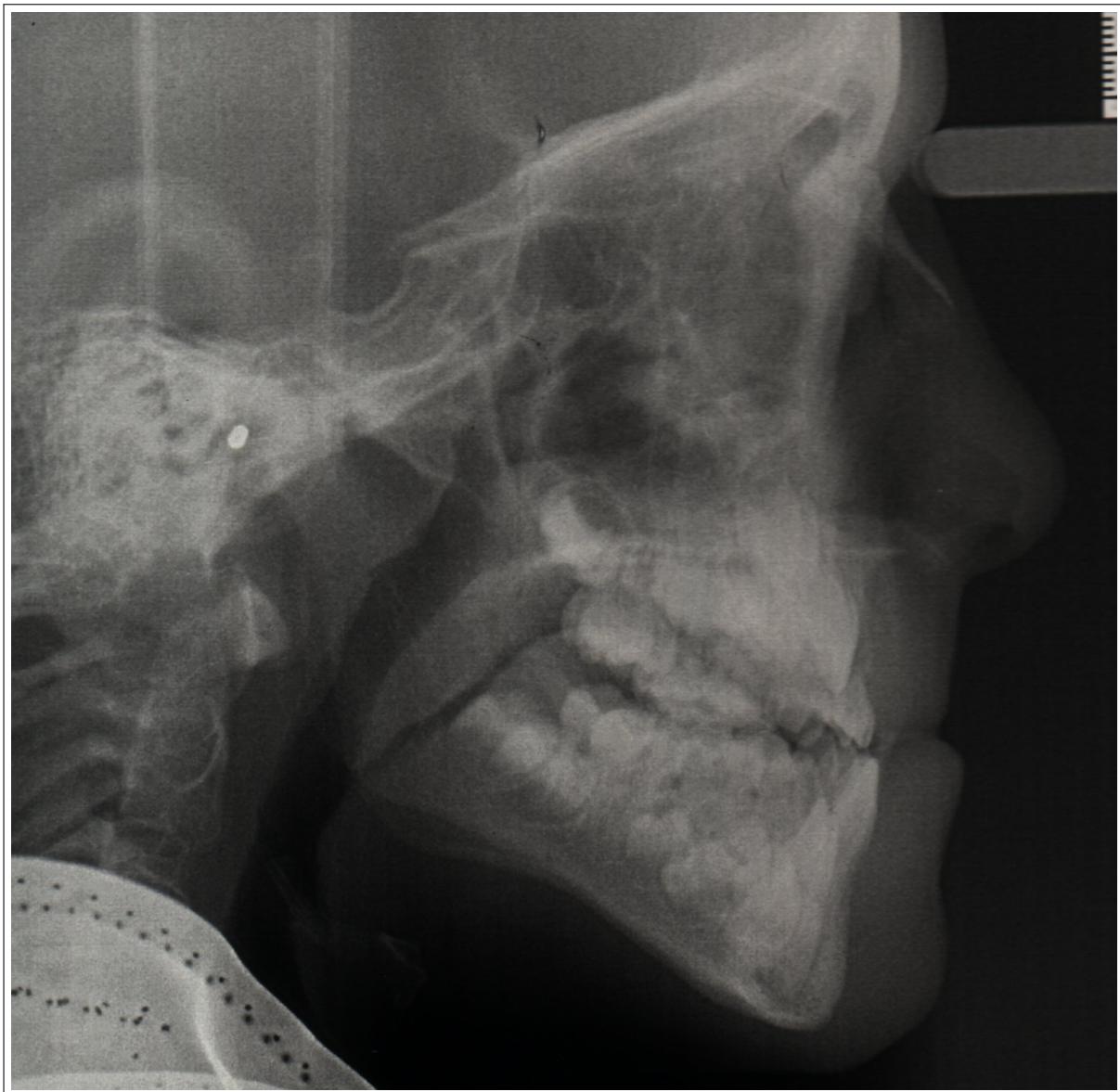


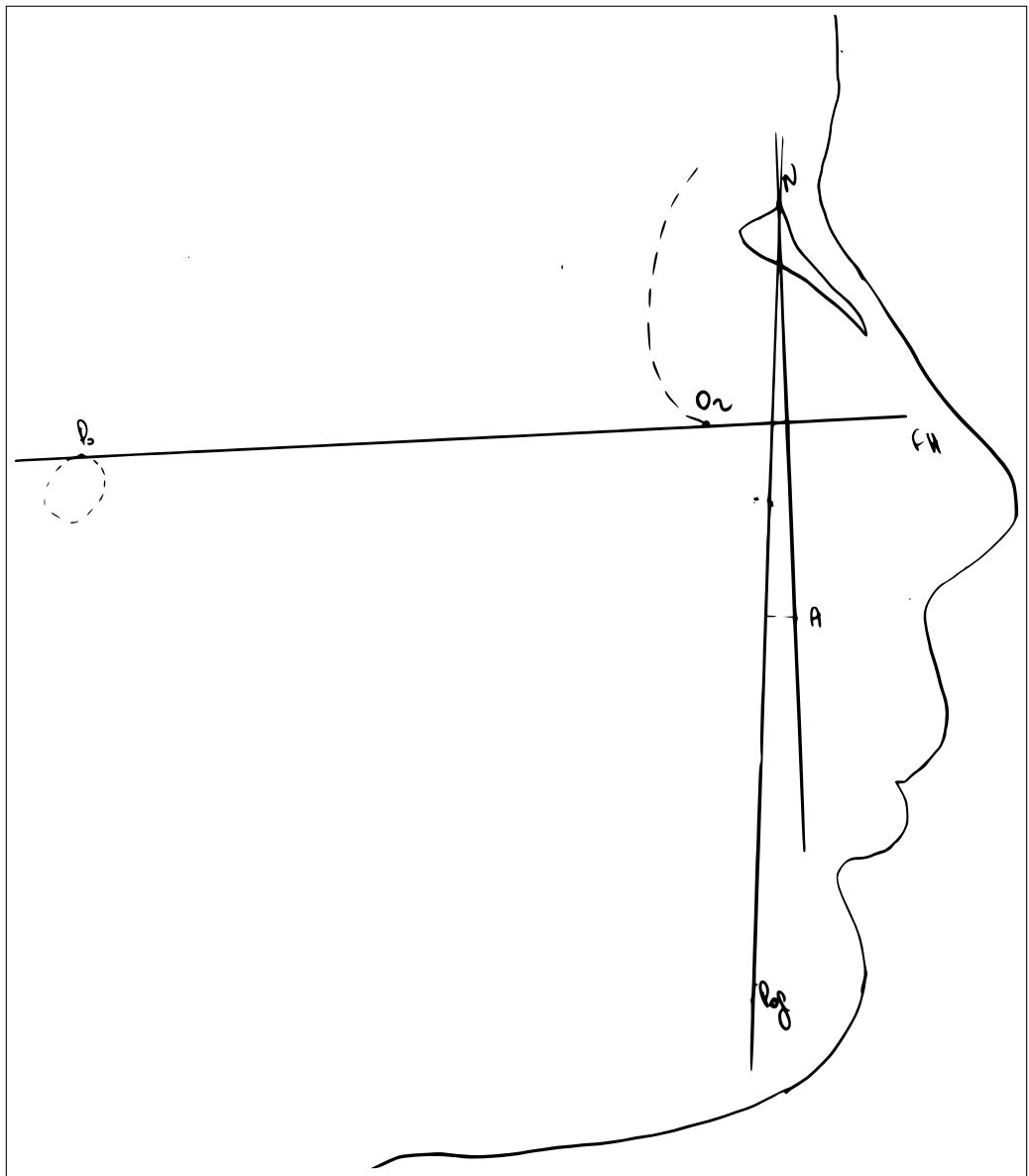
**Fig. A.31.:** Analisi delle controparti di Enlow



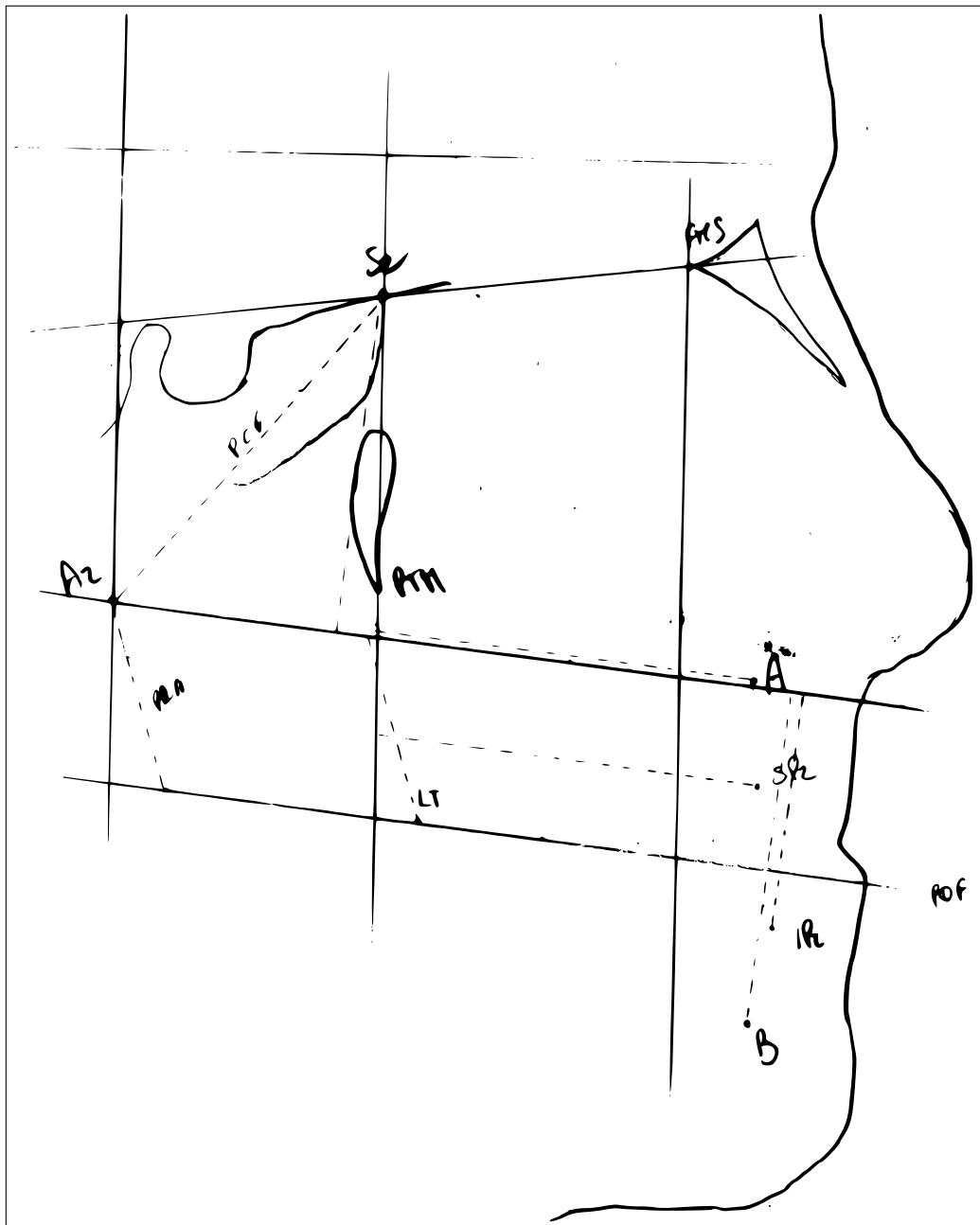
**Fig. A.32.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 12: SAGAFE2001, M, 7aa.**

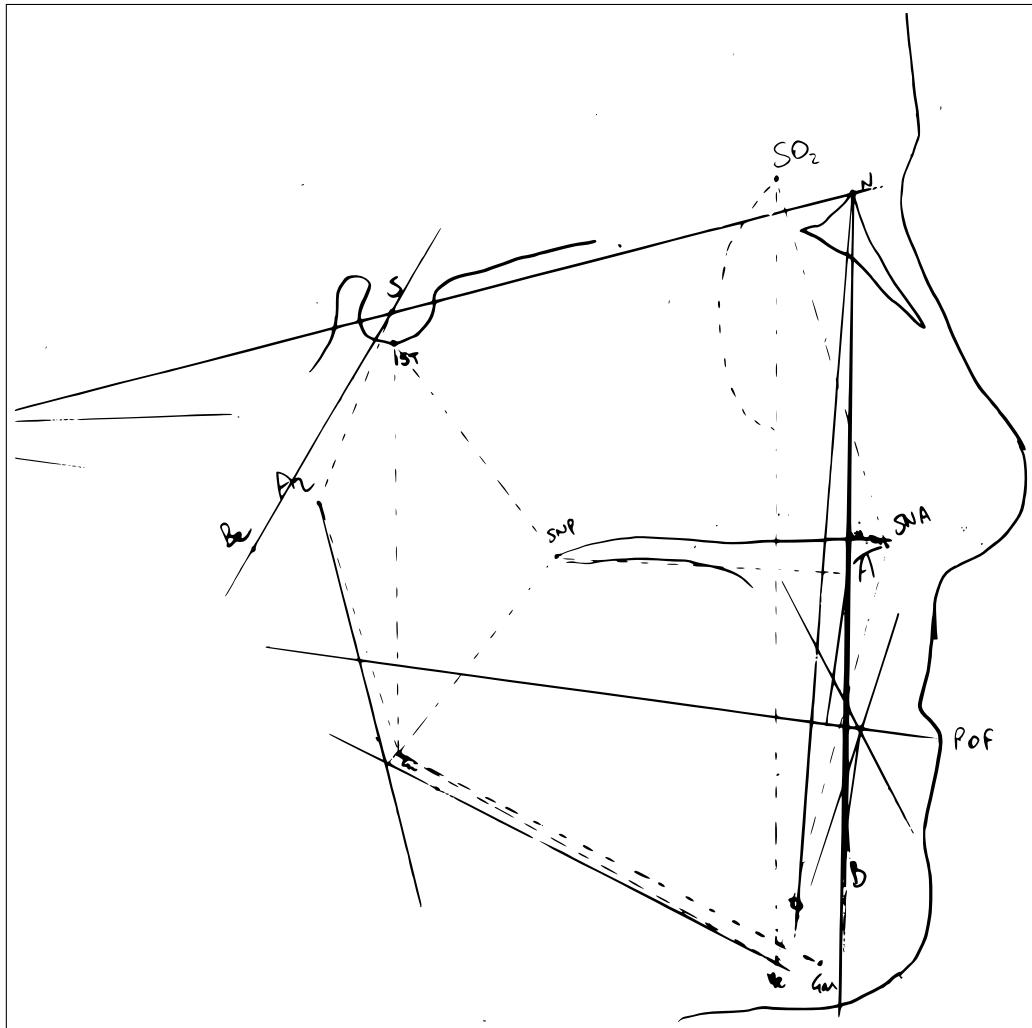




**Fig. A.33.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



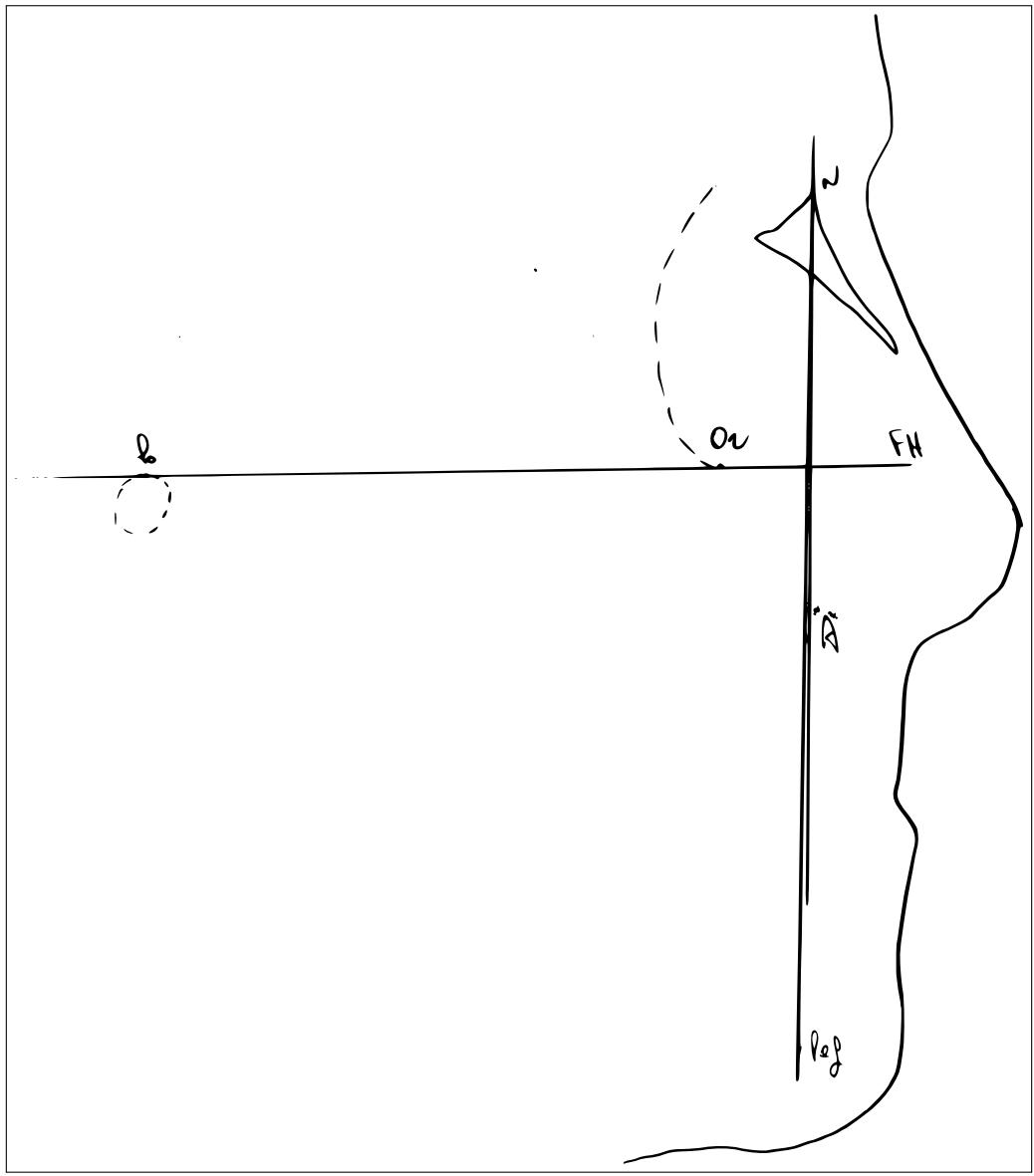
**Fig. A.34.:** Analisi delle controparti di Enlow



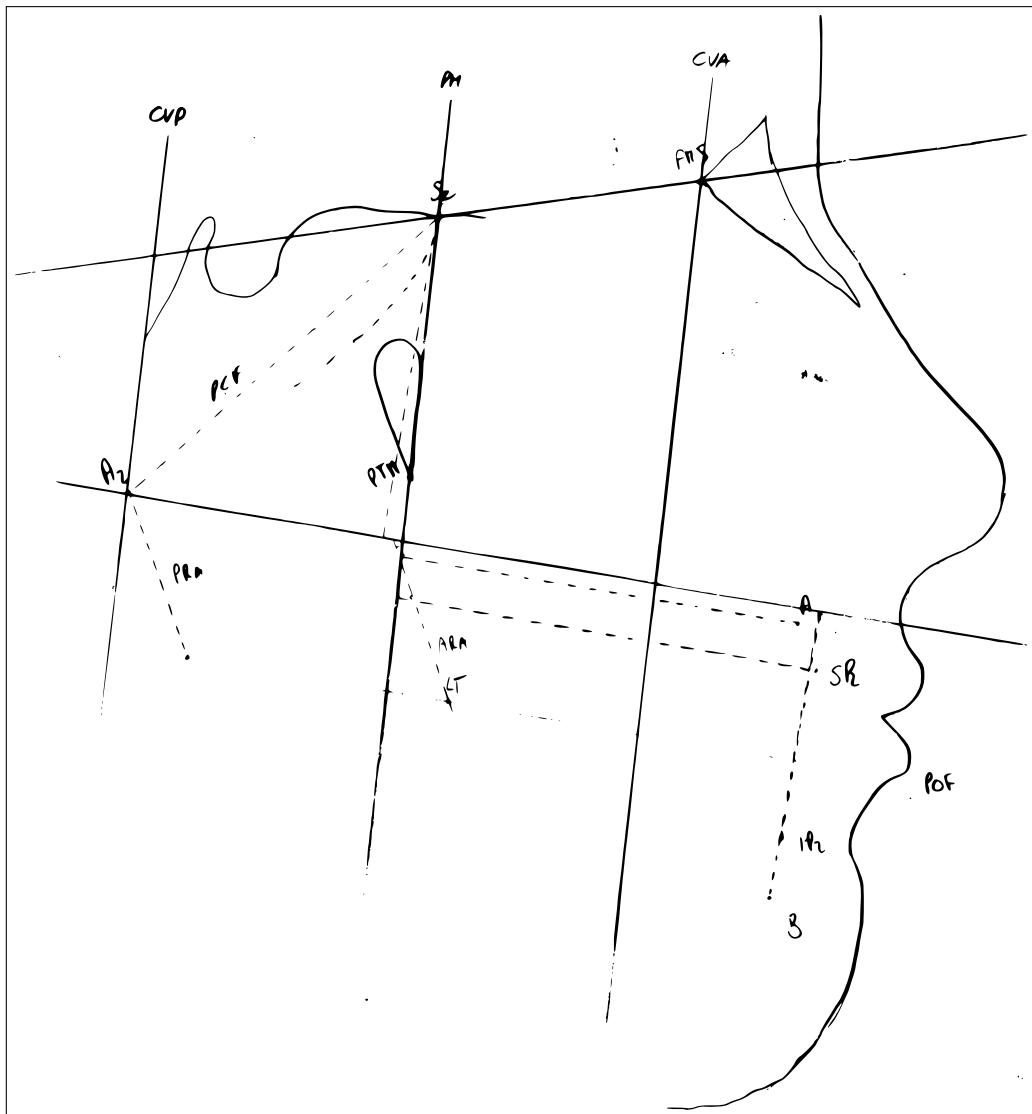
**Fig. A.35.: Analisi di Giannì e indice Wits**

**Paziente 13: SATO2002, M, 9aa.**

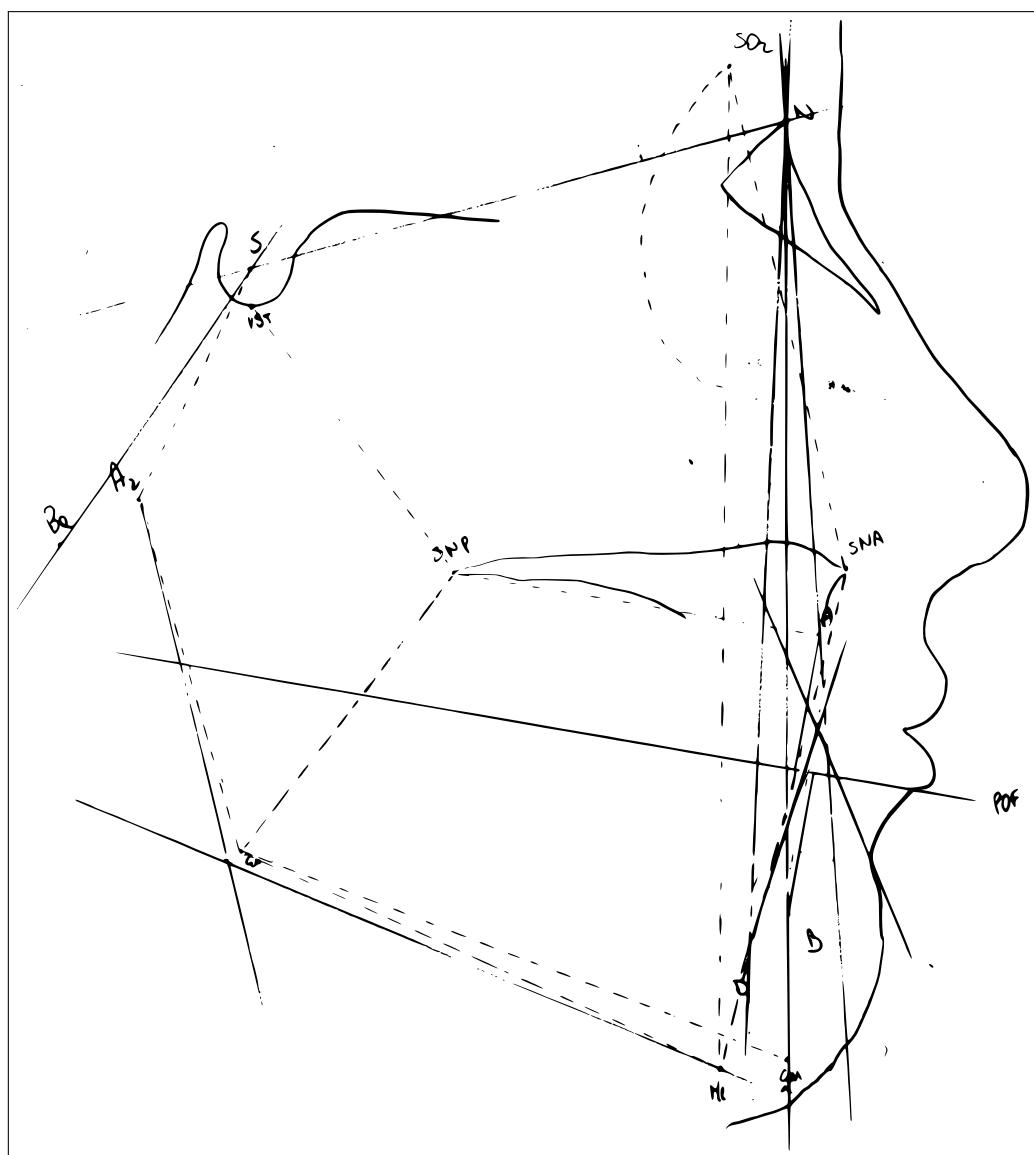




**Fig. A.36.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

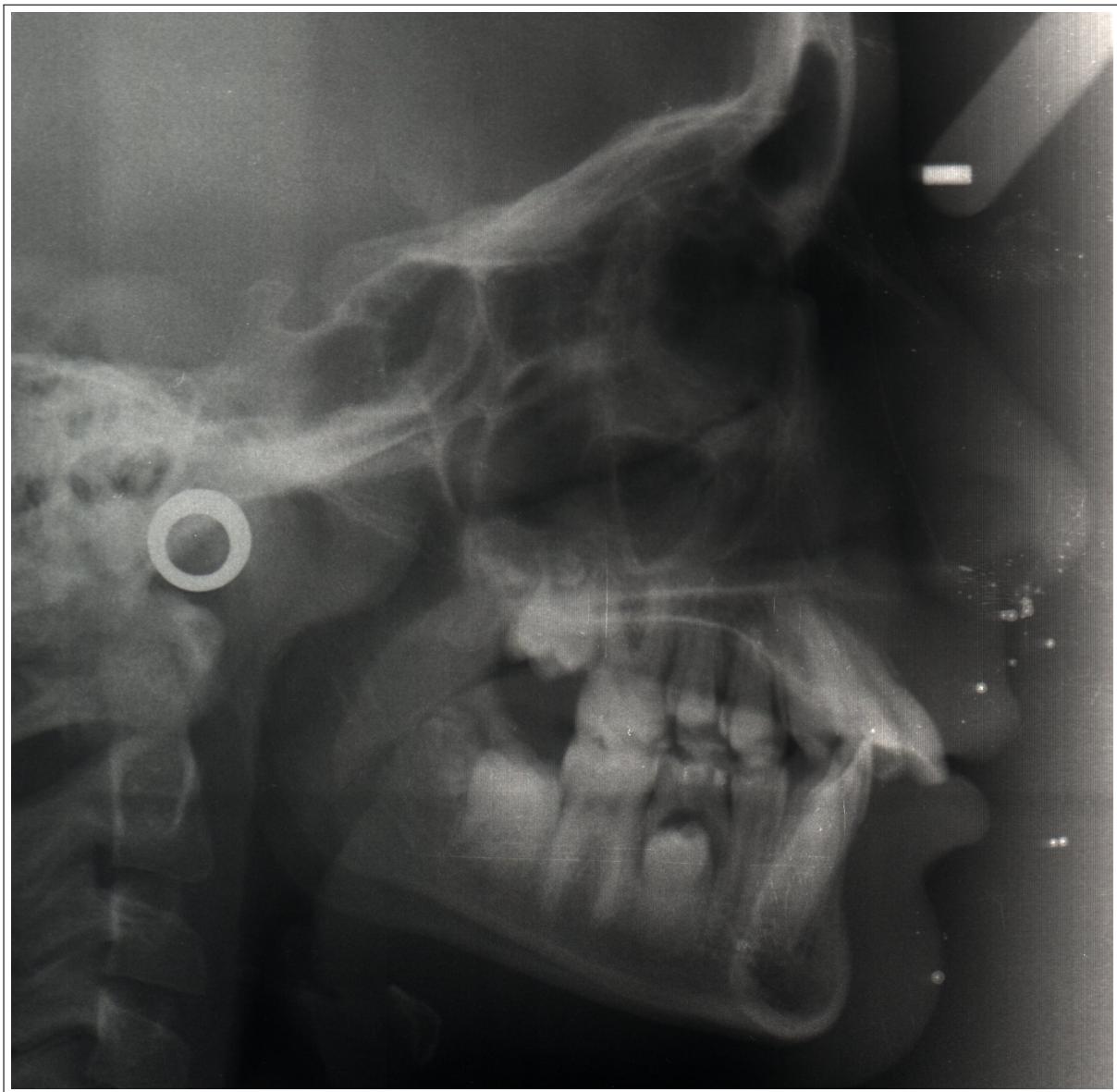


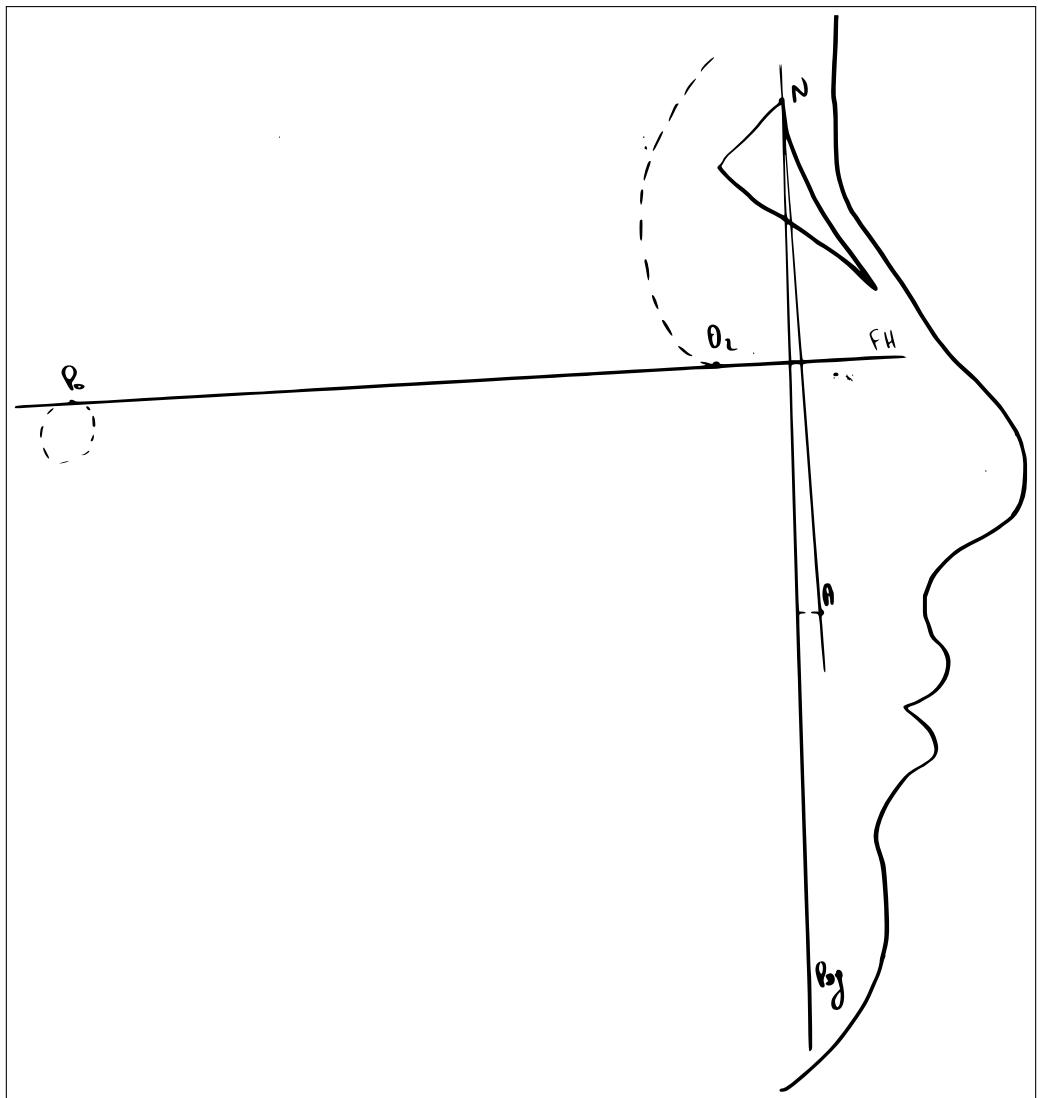
**Fig. A.37.: Analisi delle controparti di Enlow**



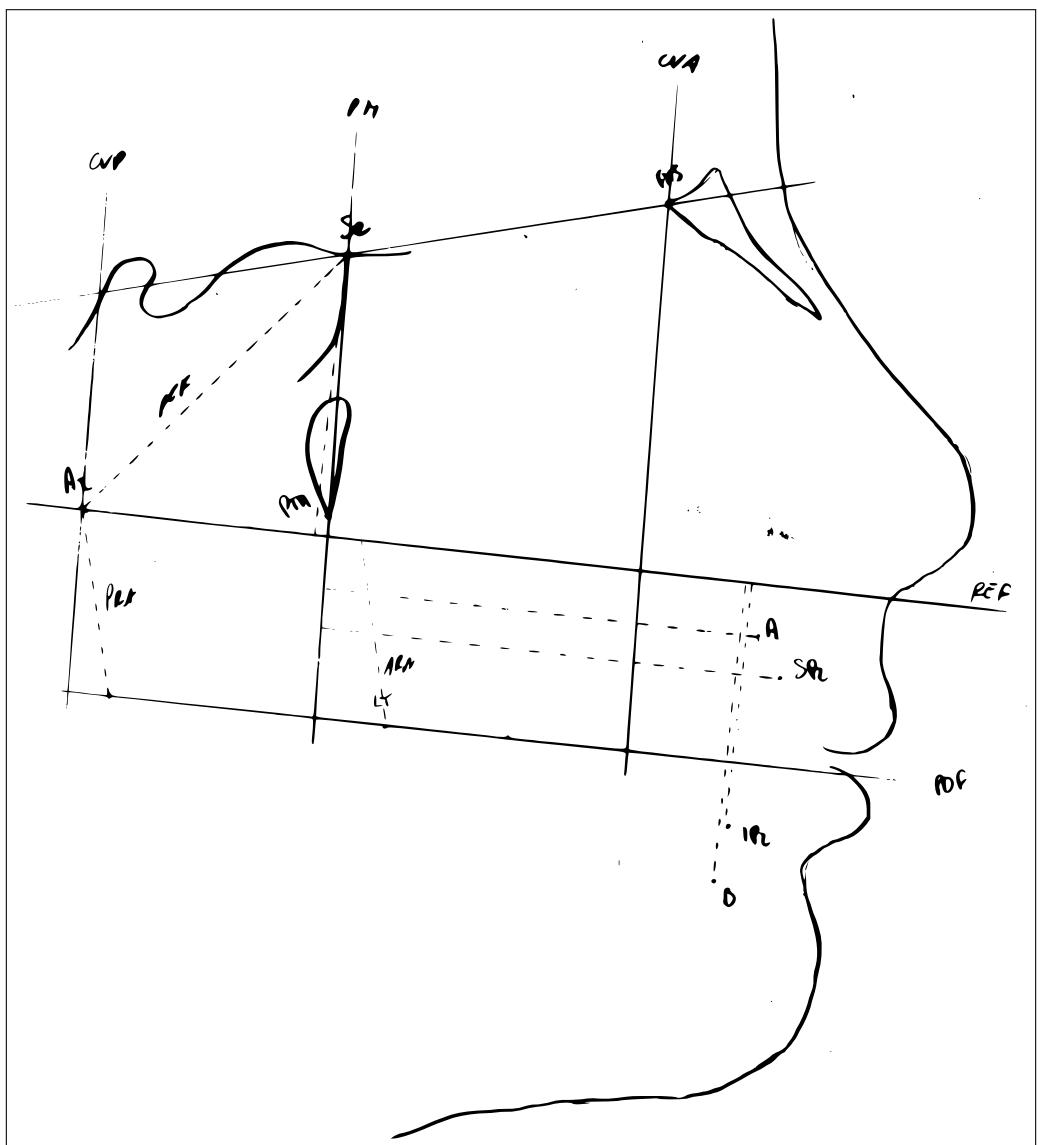
**Fig. A.38.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 14: ALERA1999, M, 11aa.**

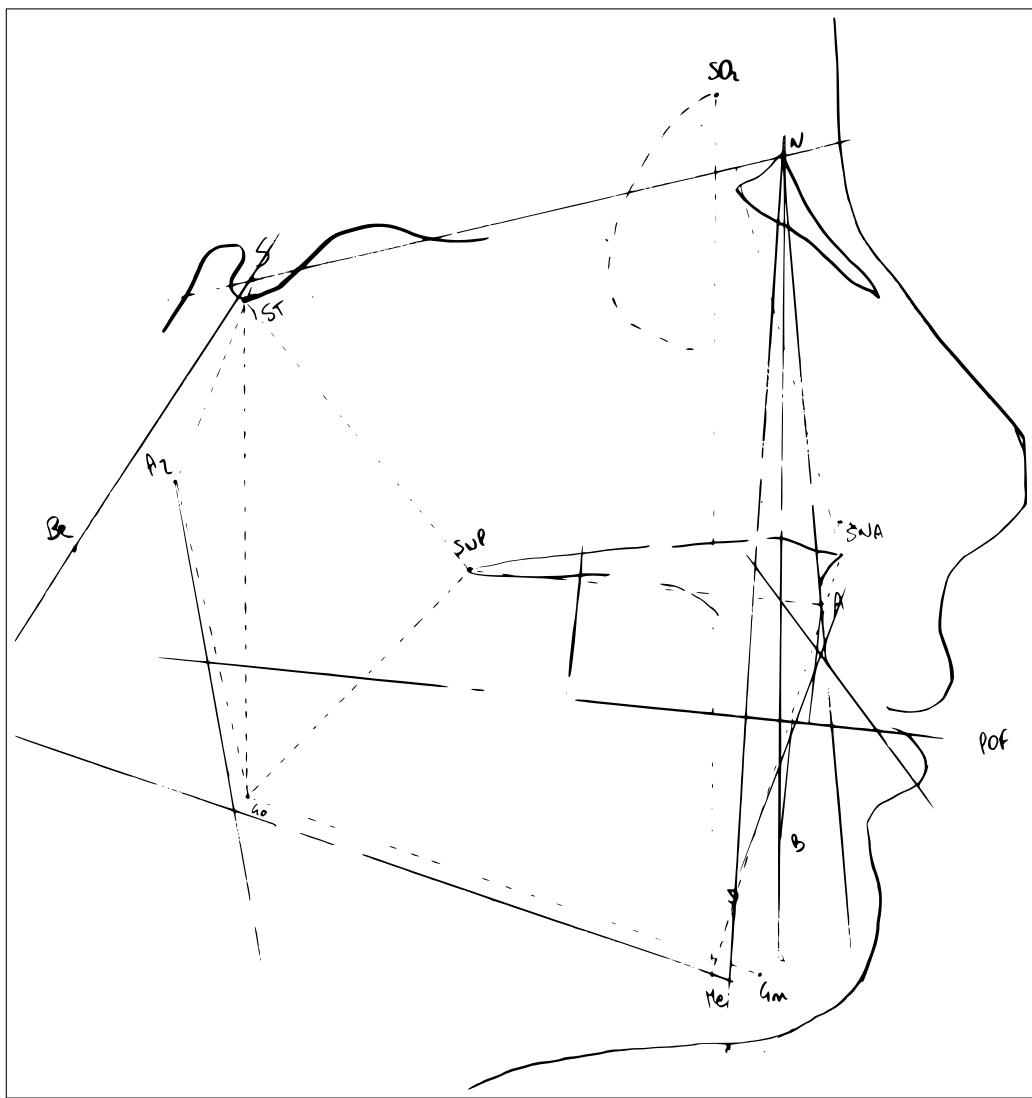




**Fig. A.39.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



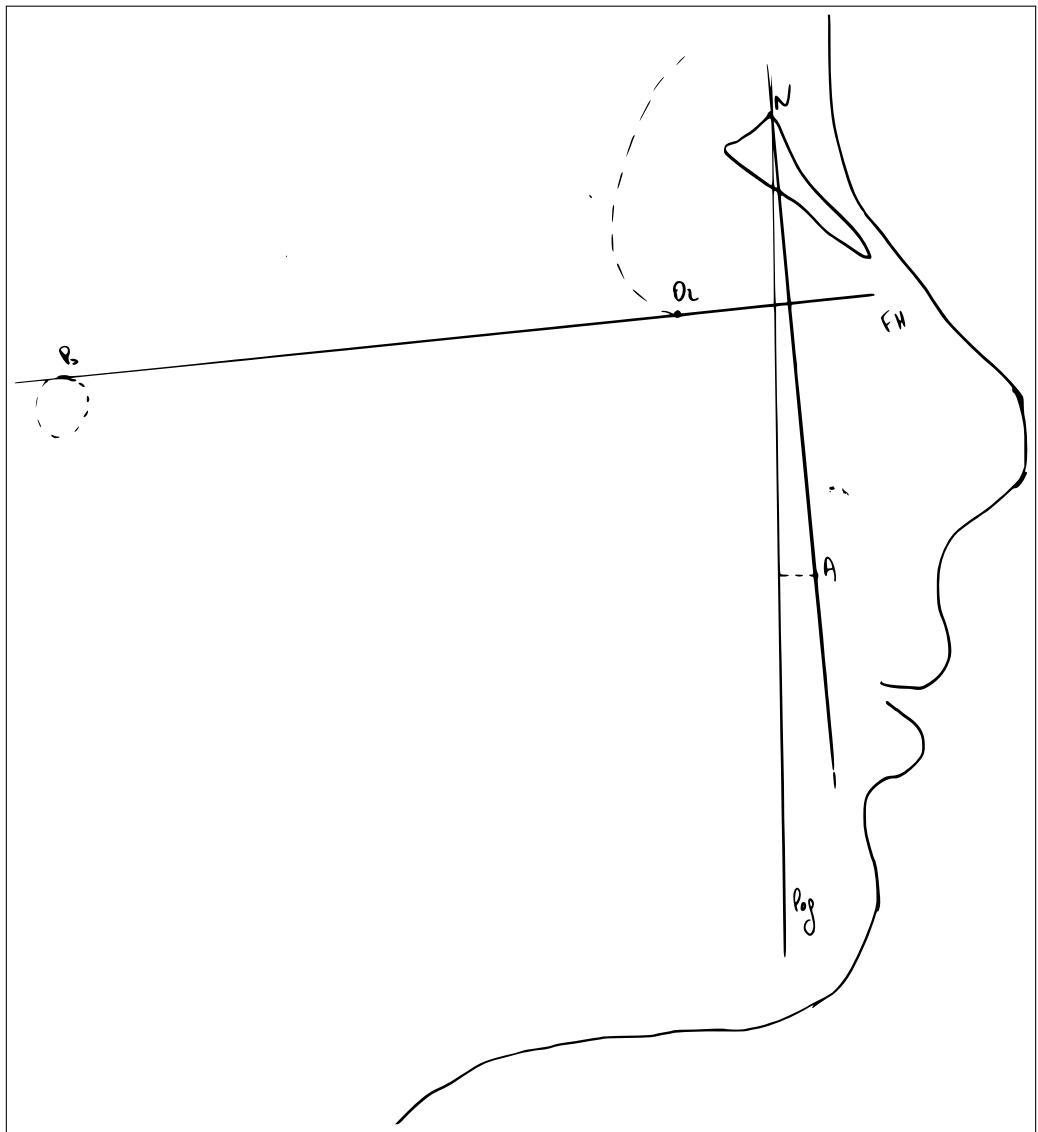
**Fig. A.40.:** Analisi delle controparti di Enlow



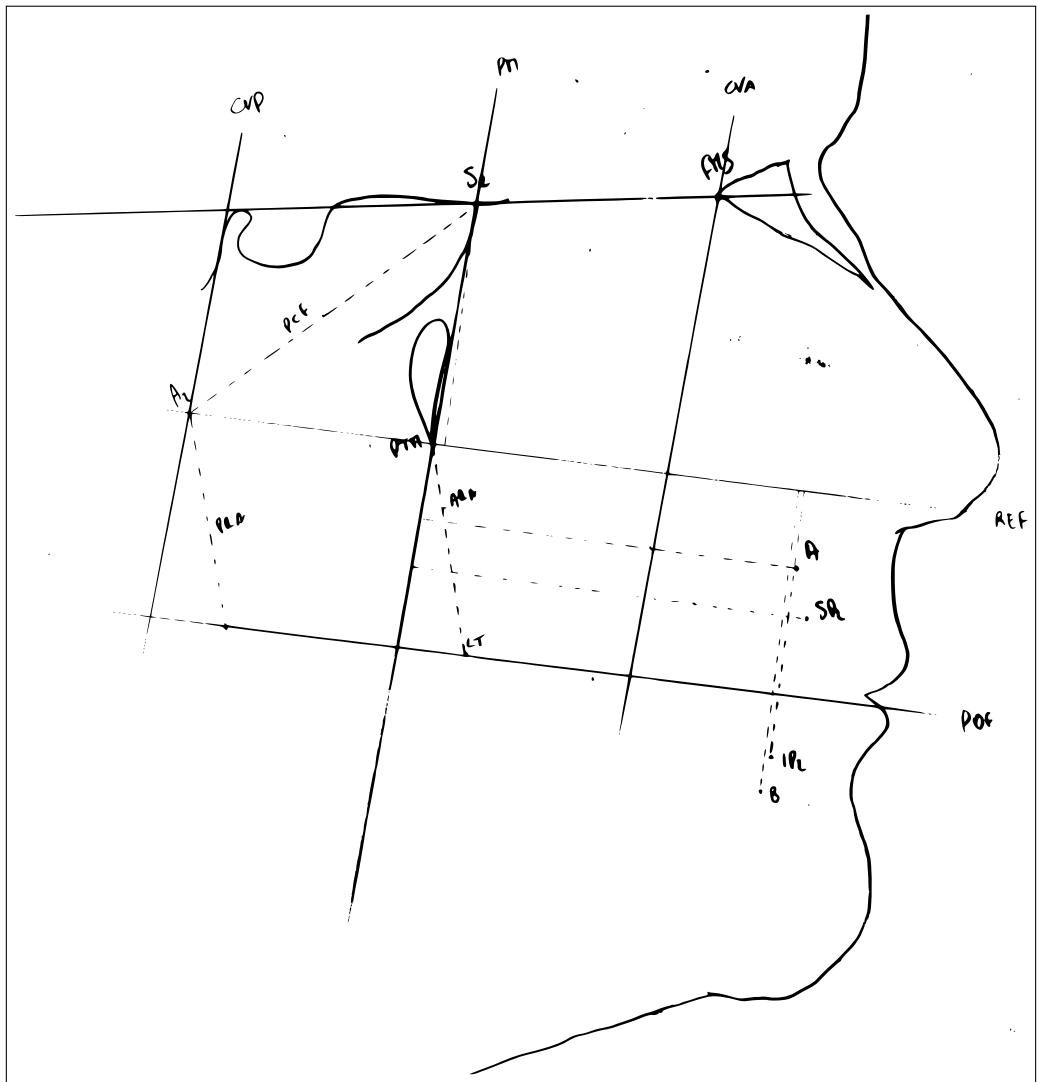
**Fig. A.41.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 15: ALEPO1997, F, 13aa.**

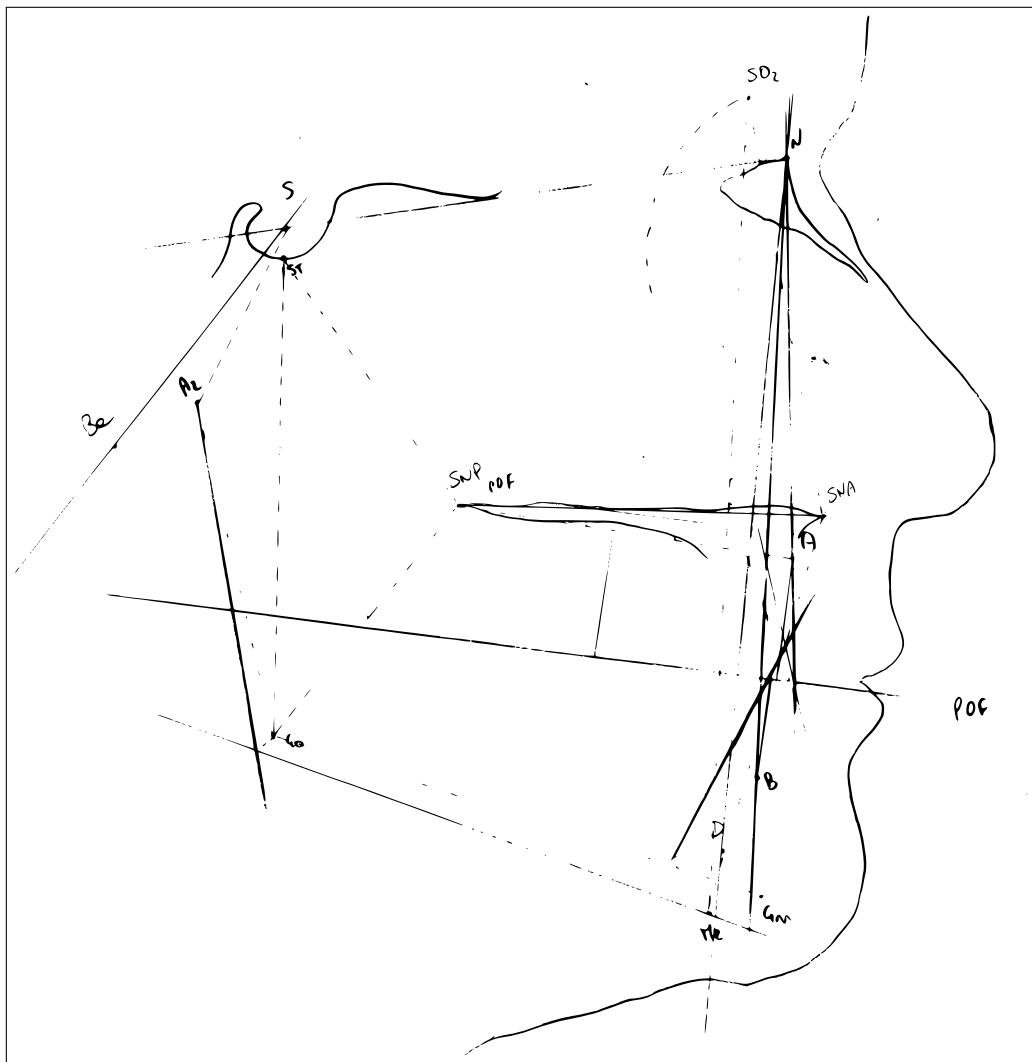




**Fig. A.42.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

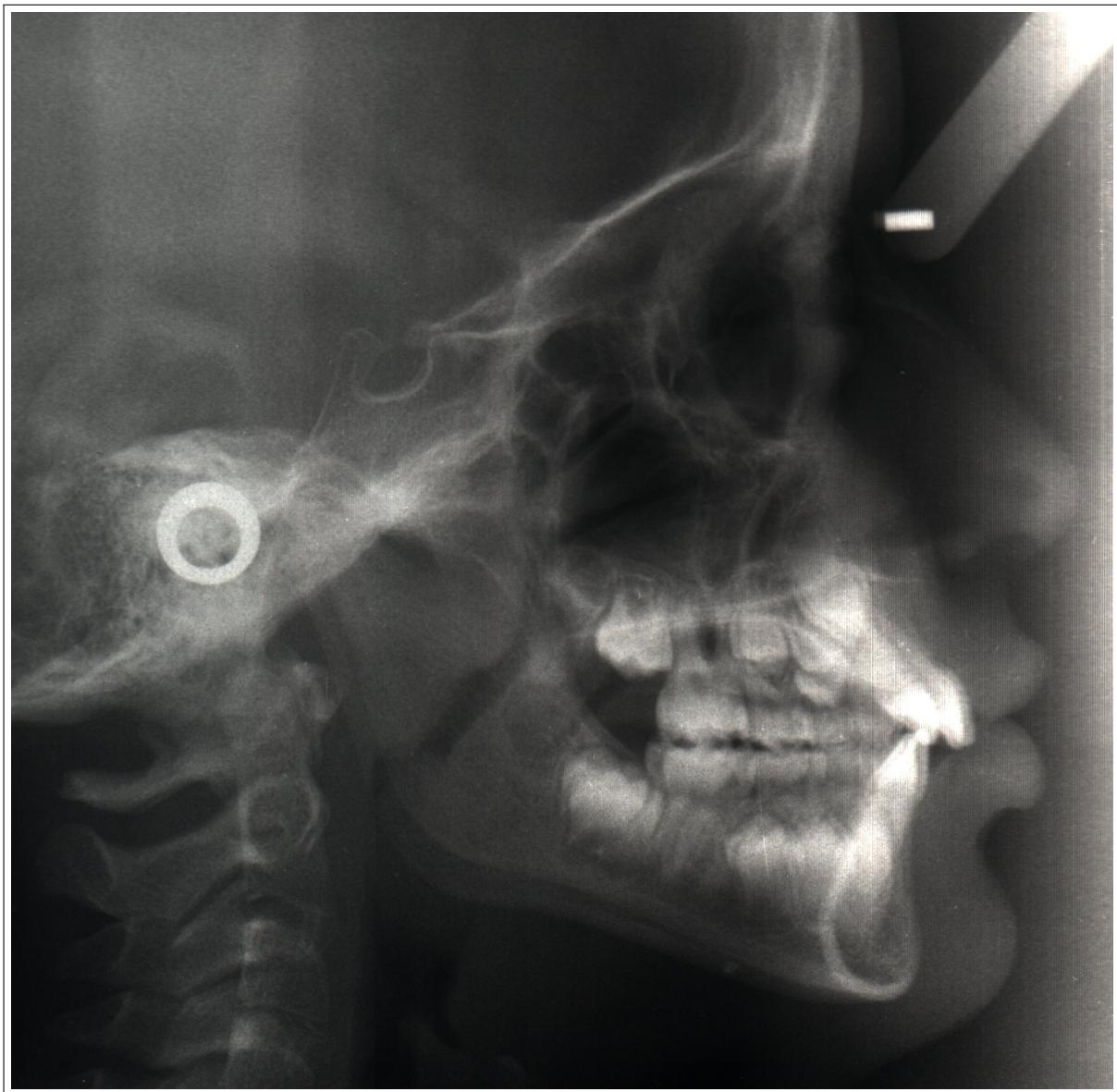


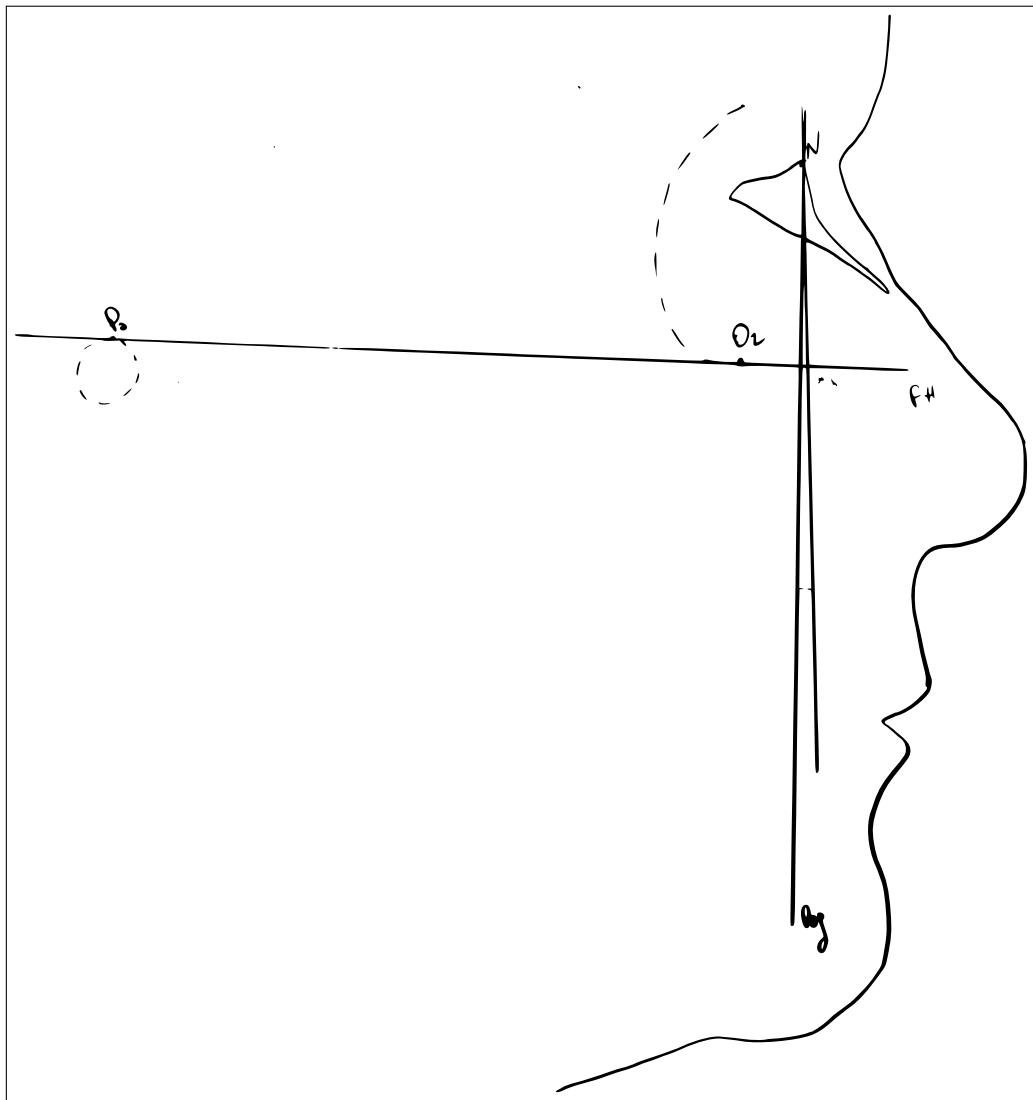
**Fig. A.43.: Analisi delle controparti di Enlow**



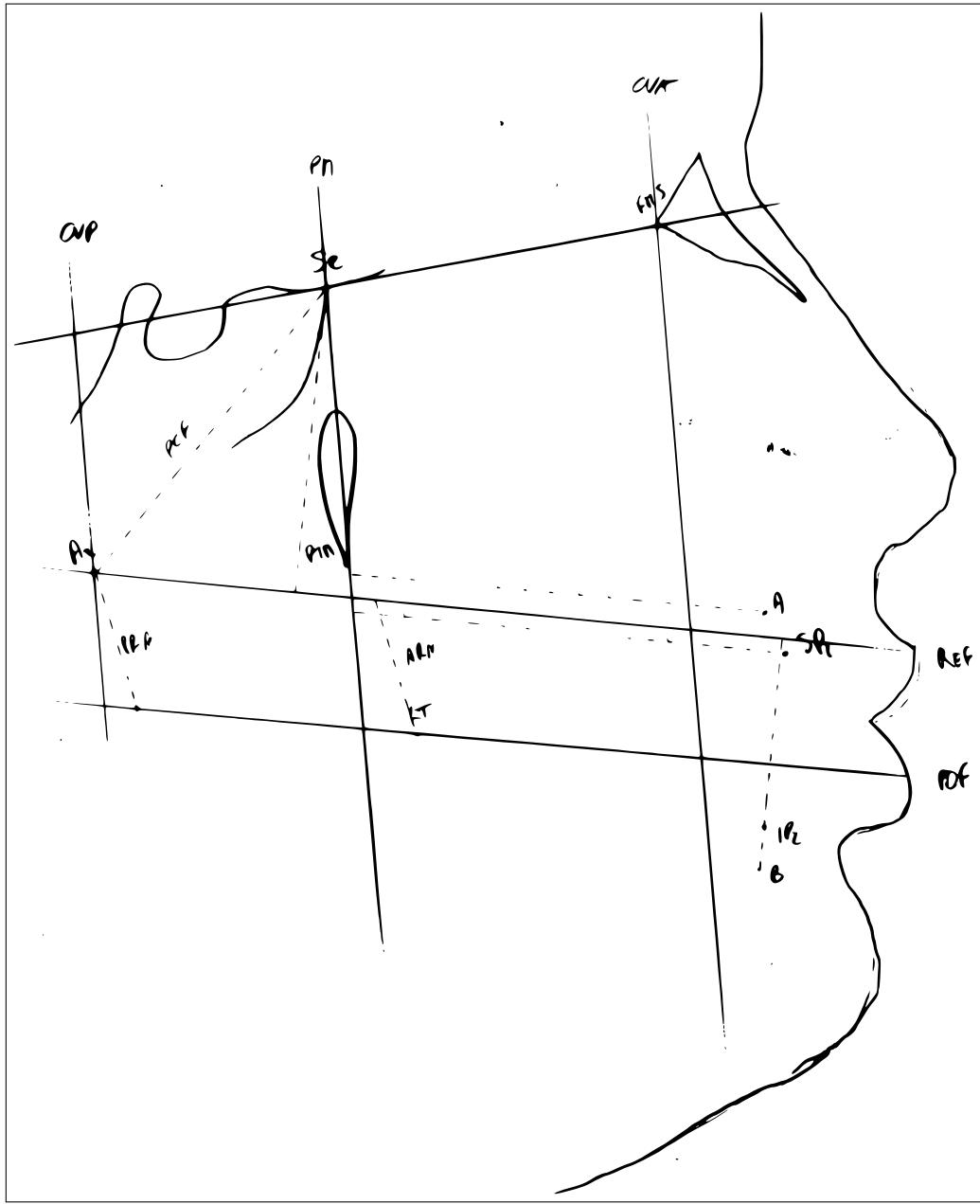
**Fig. A.44.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 16: SEMA2001, F, 9aa.**

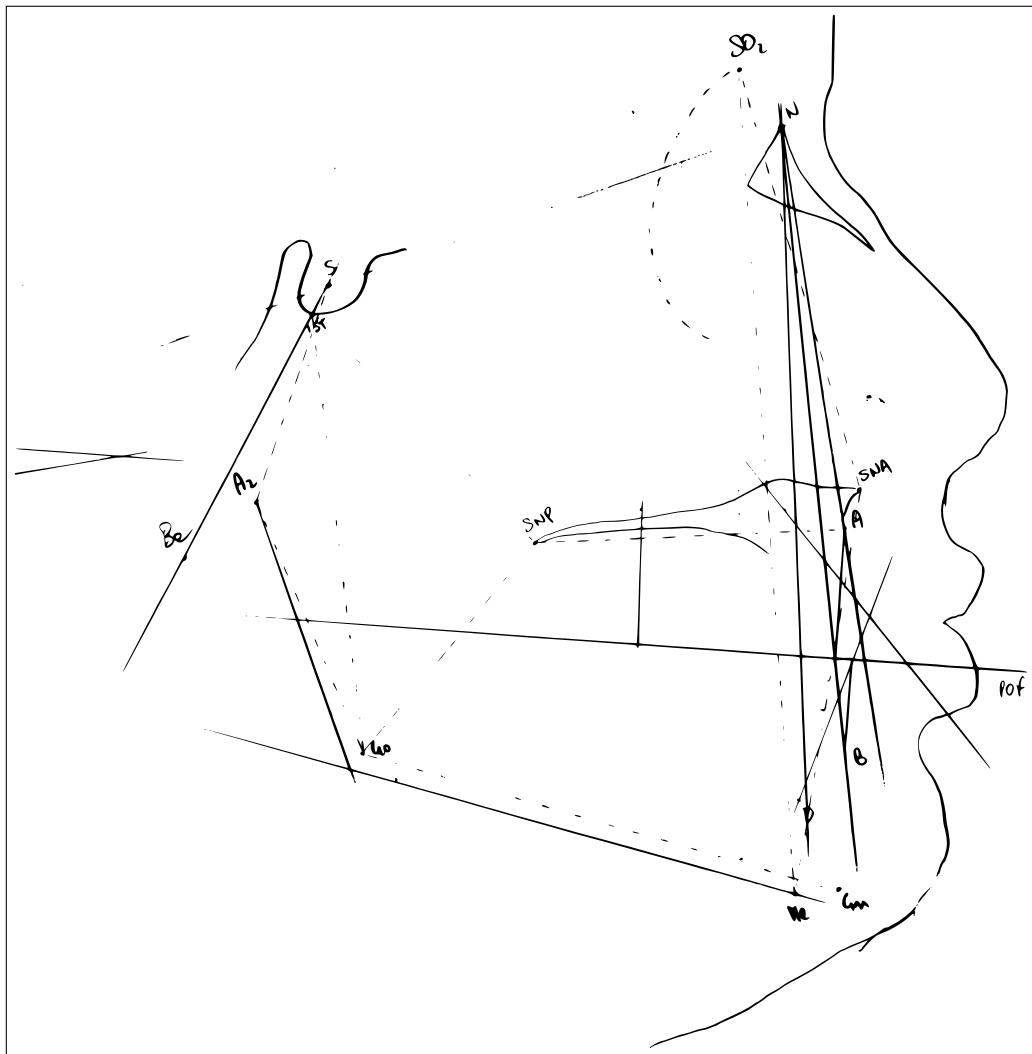




**Fig. A.45.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

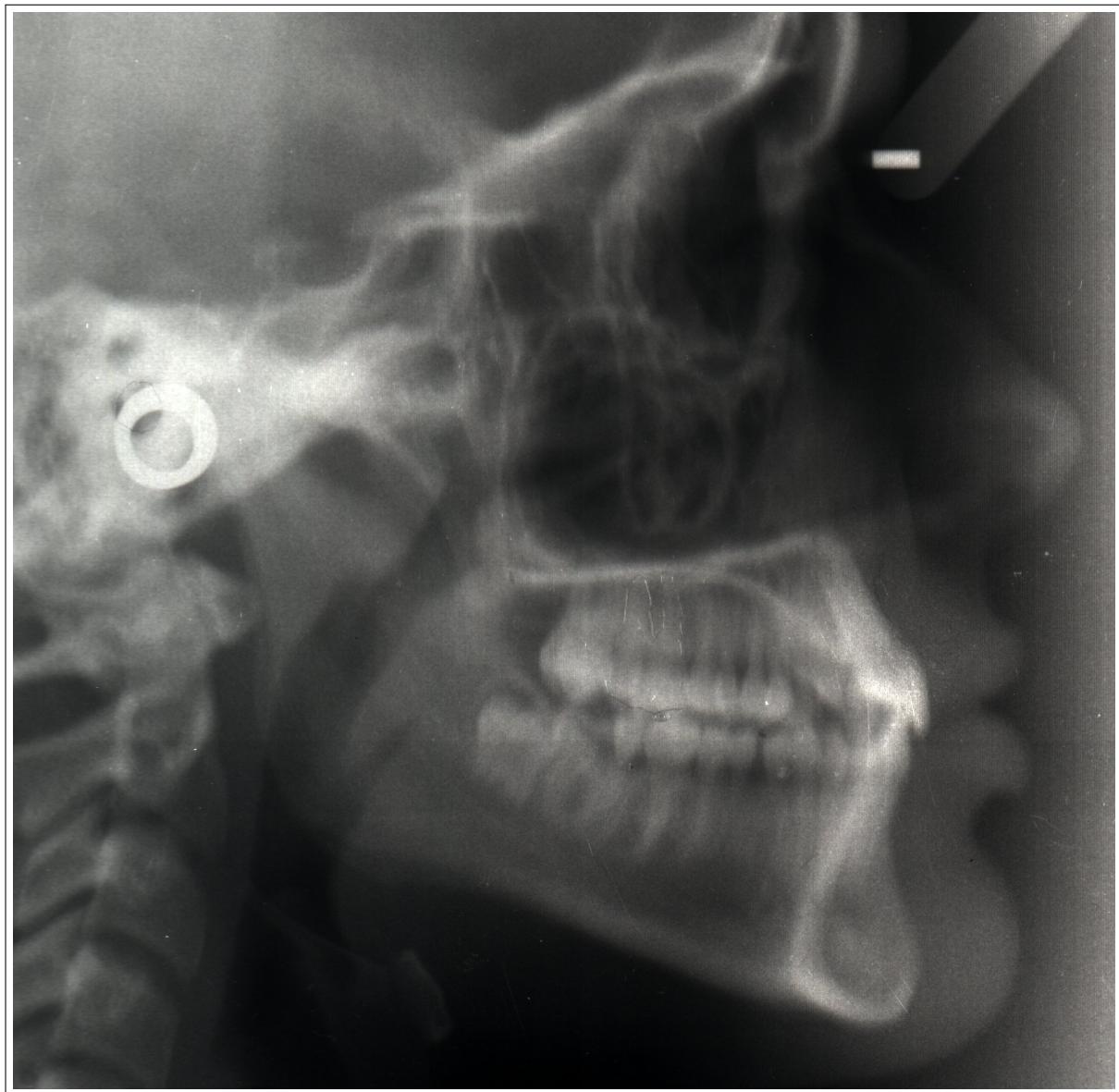


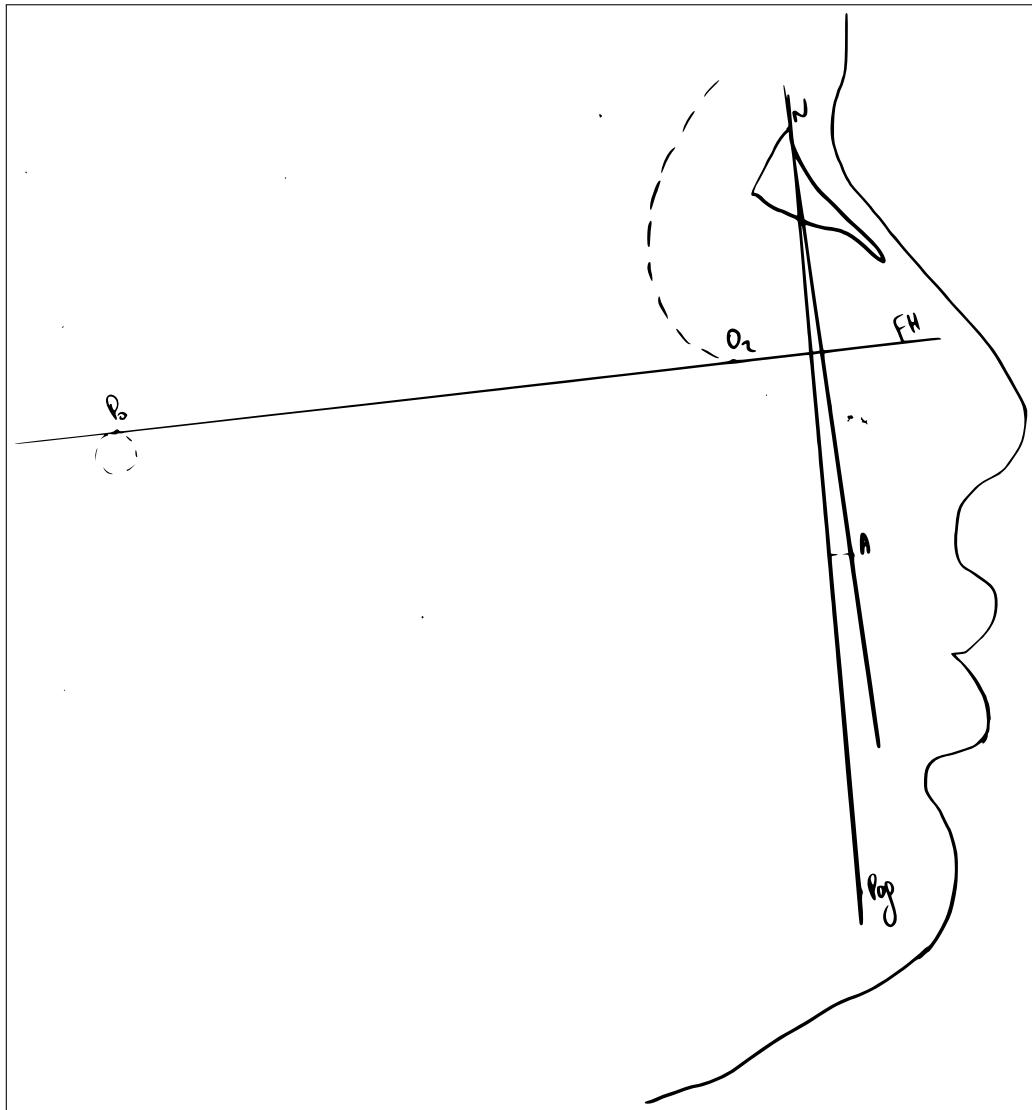
**Fig. A.46.:** Analisi delle controparti di Enlow



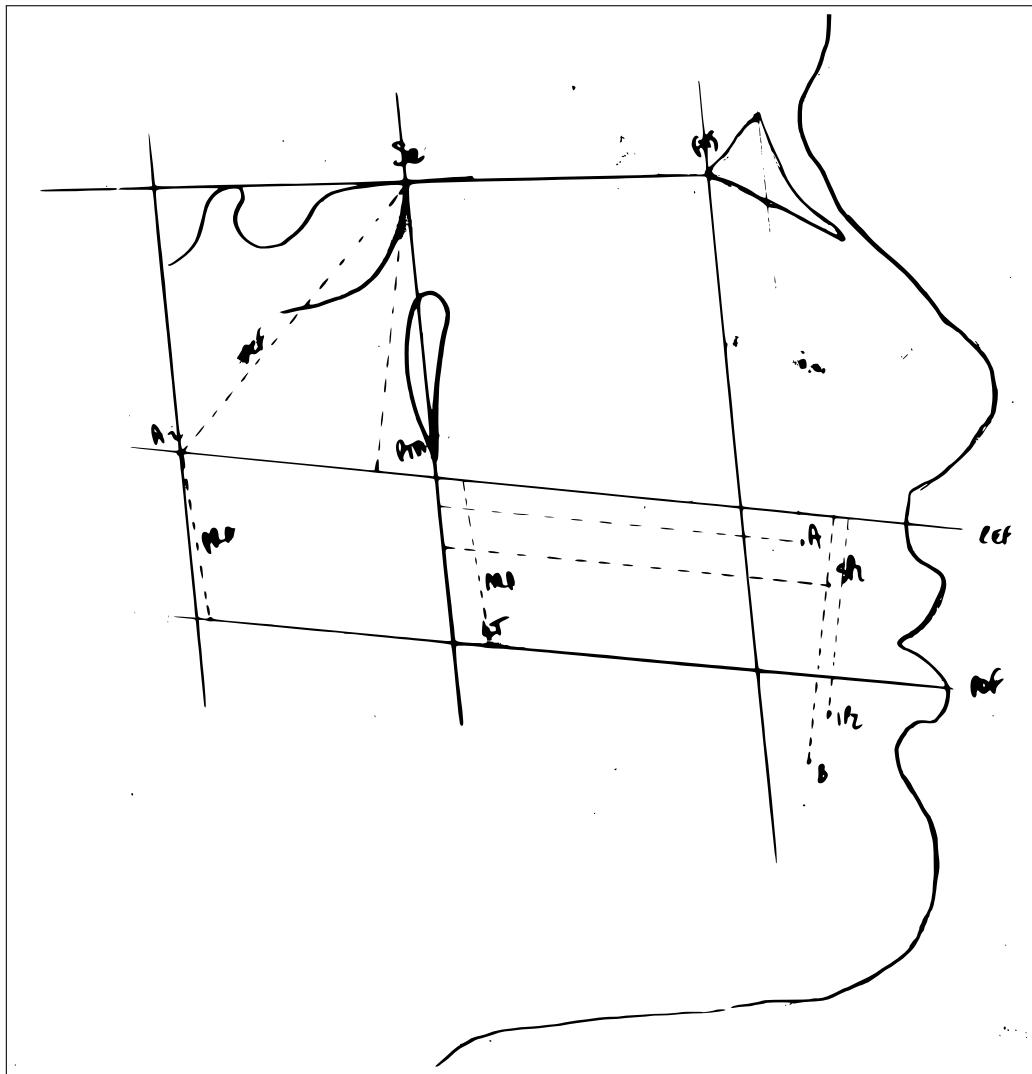
**Fig. A.47.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 17: SOMA1996, F, 14aa.**

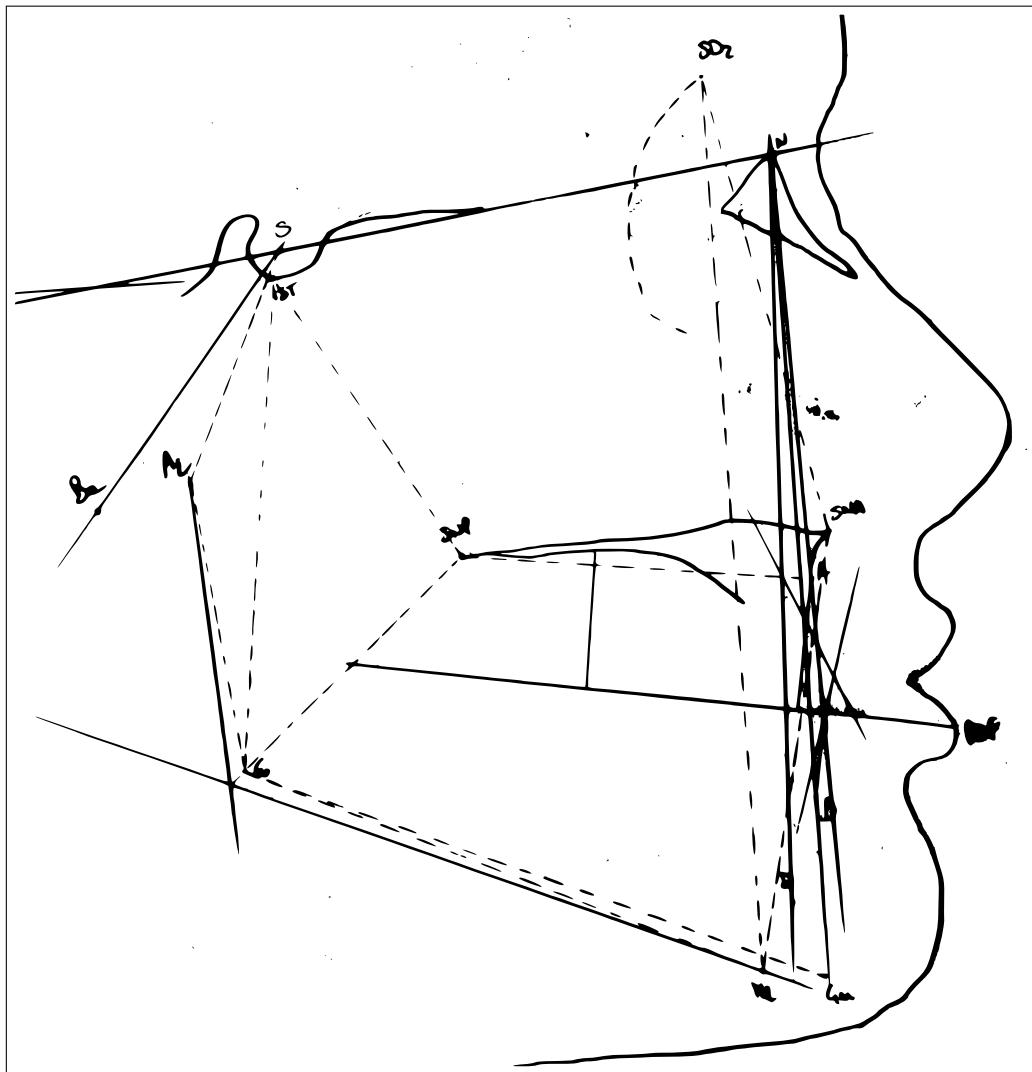




**Fig. A.48.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



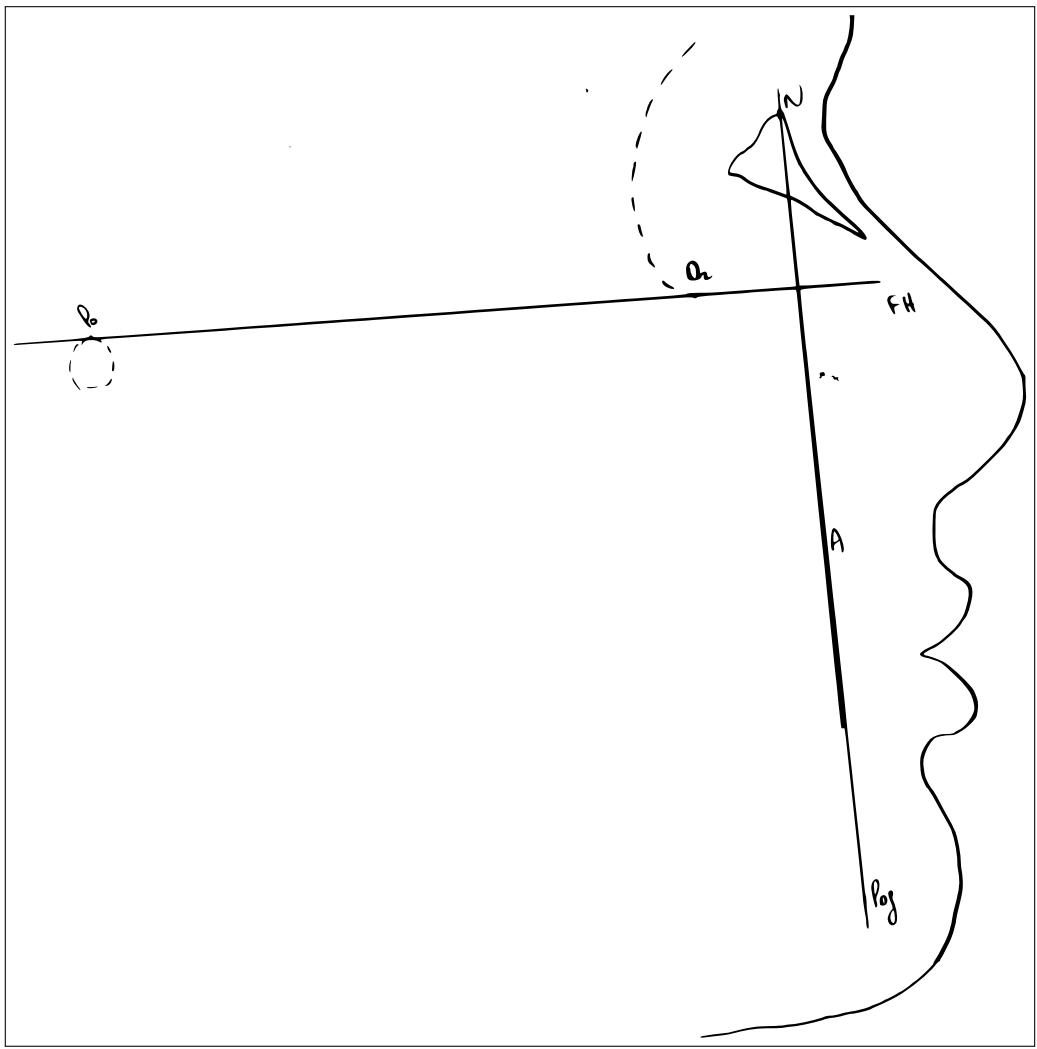
**Fig. A.49.:** Analisi delle controparti di Enlow



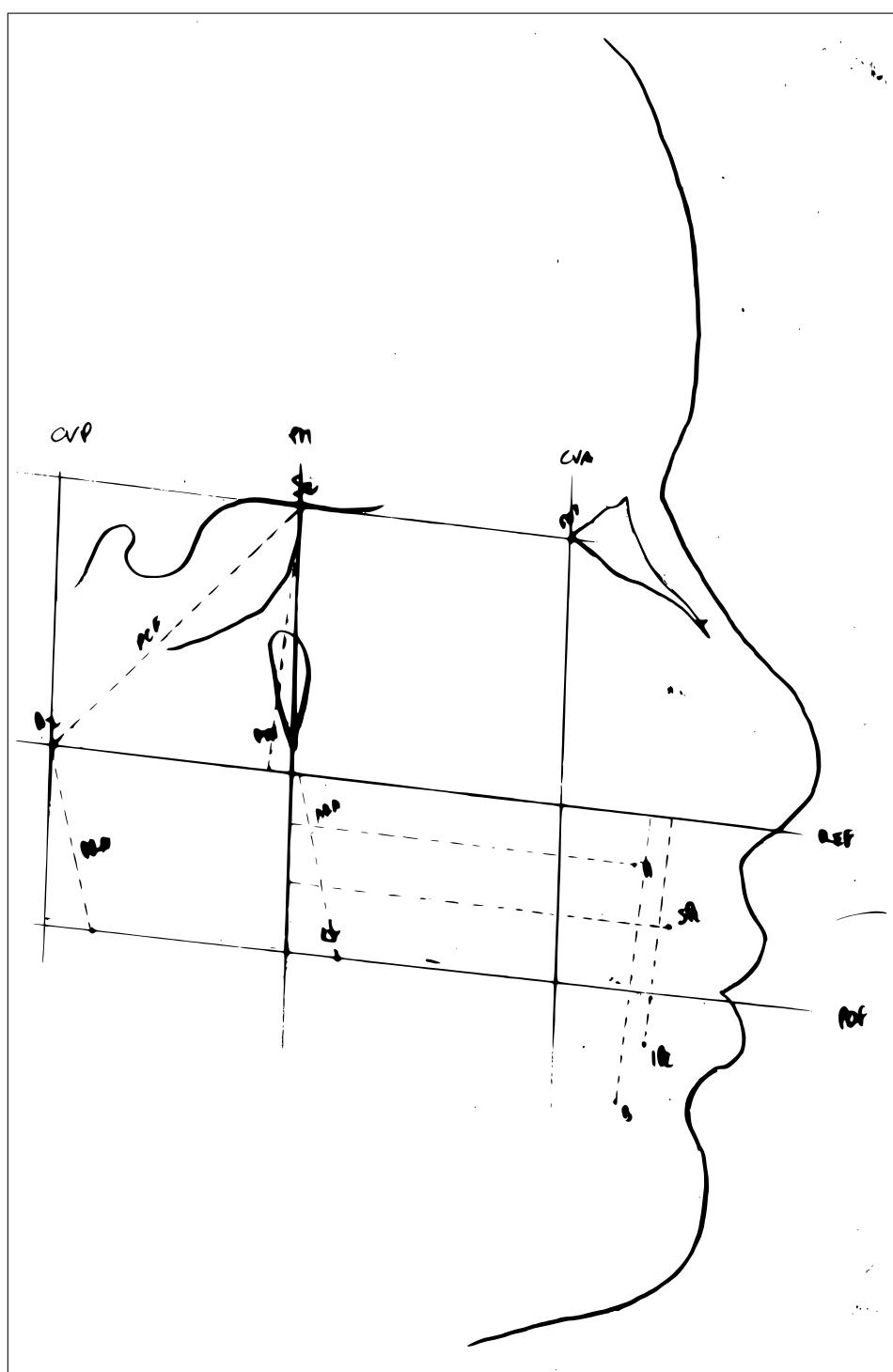
**Fig. A.50.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 18: TILO1999, F, 12aa.**

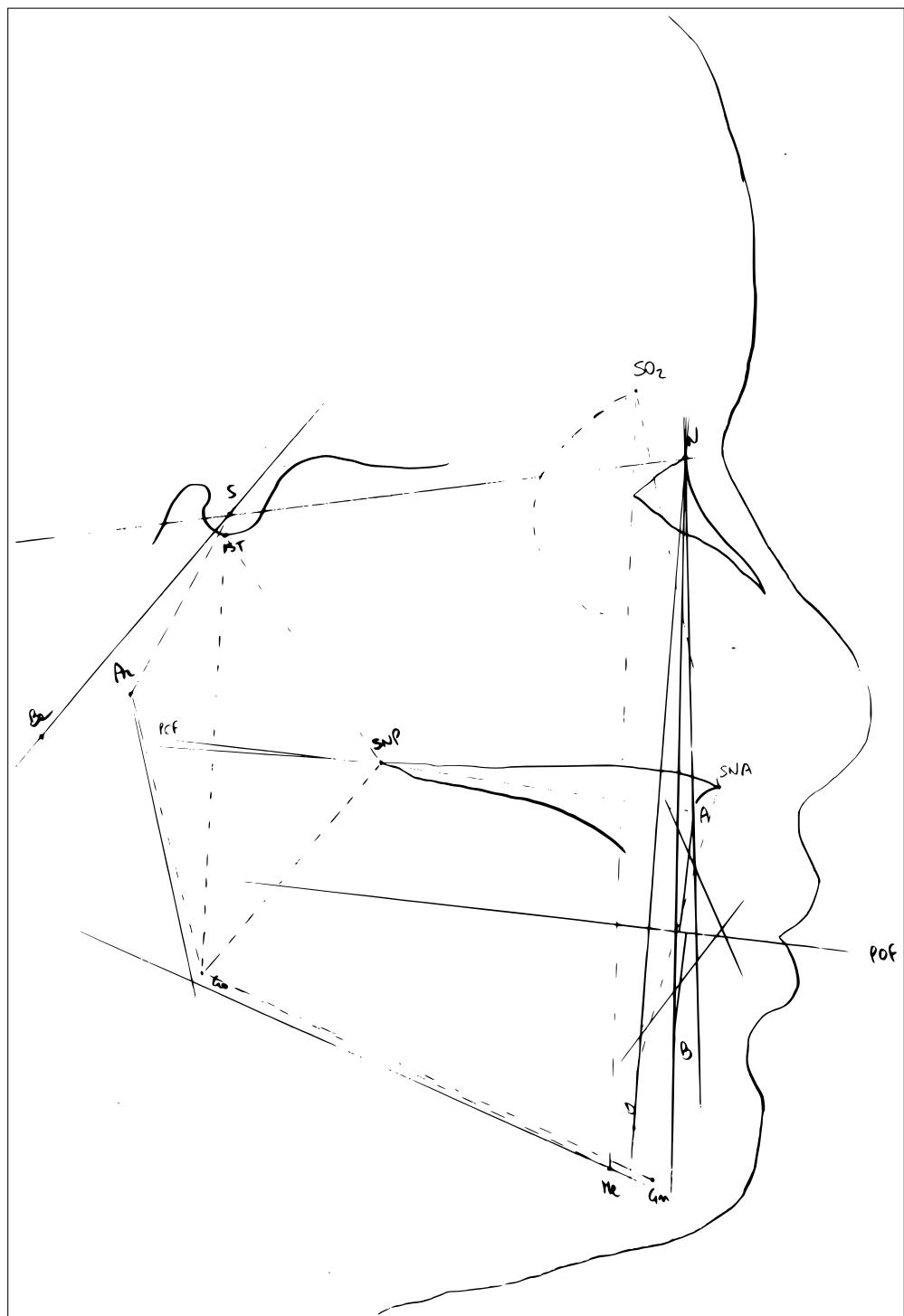




**Fig. A.51.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



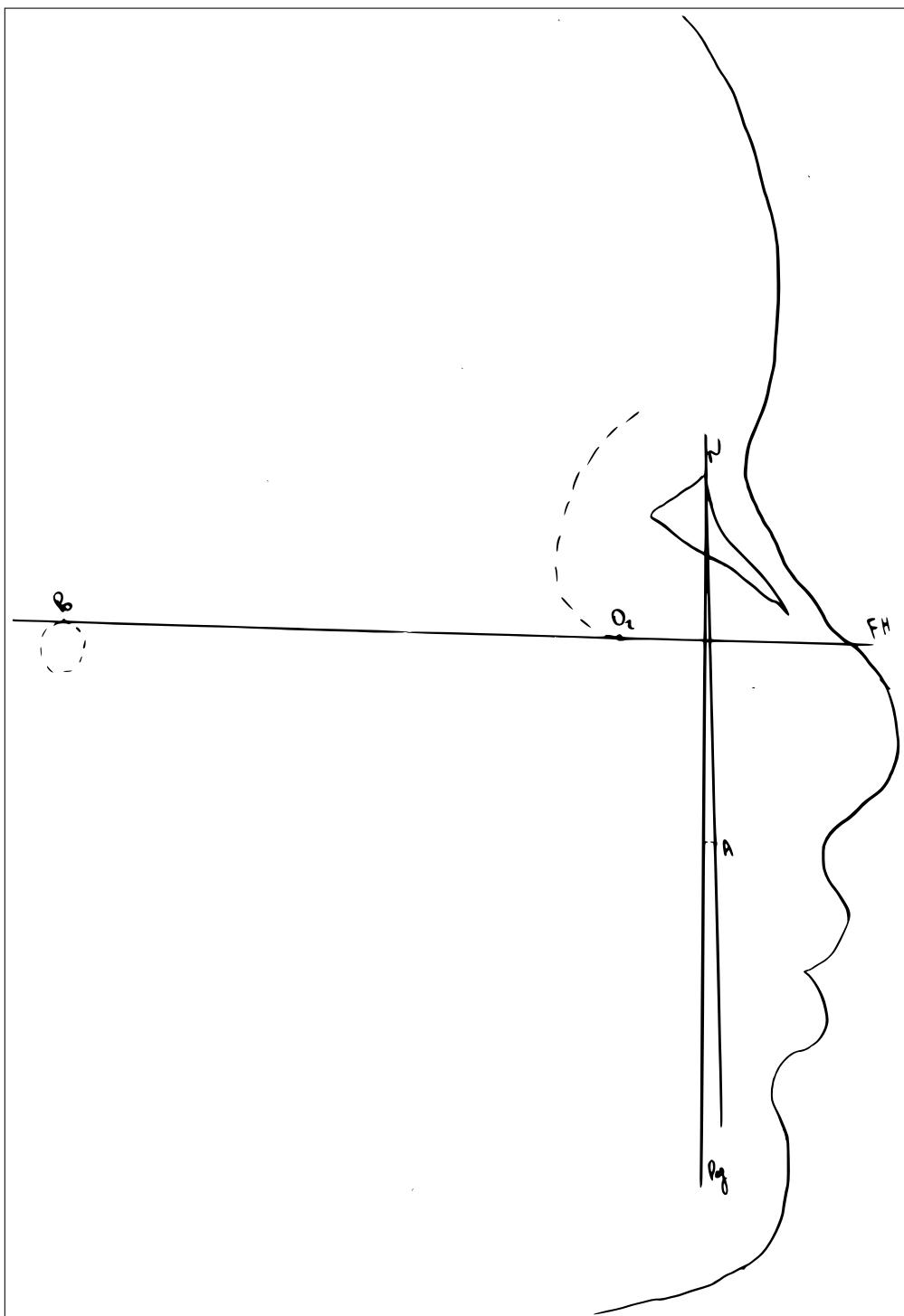
**Fig. A.52.:** Analisi delle controparti di Enlow



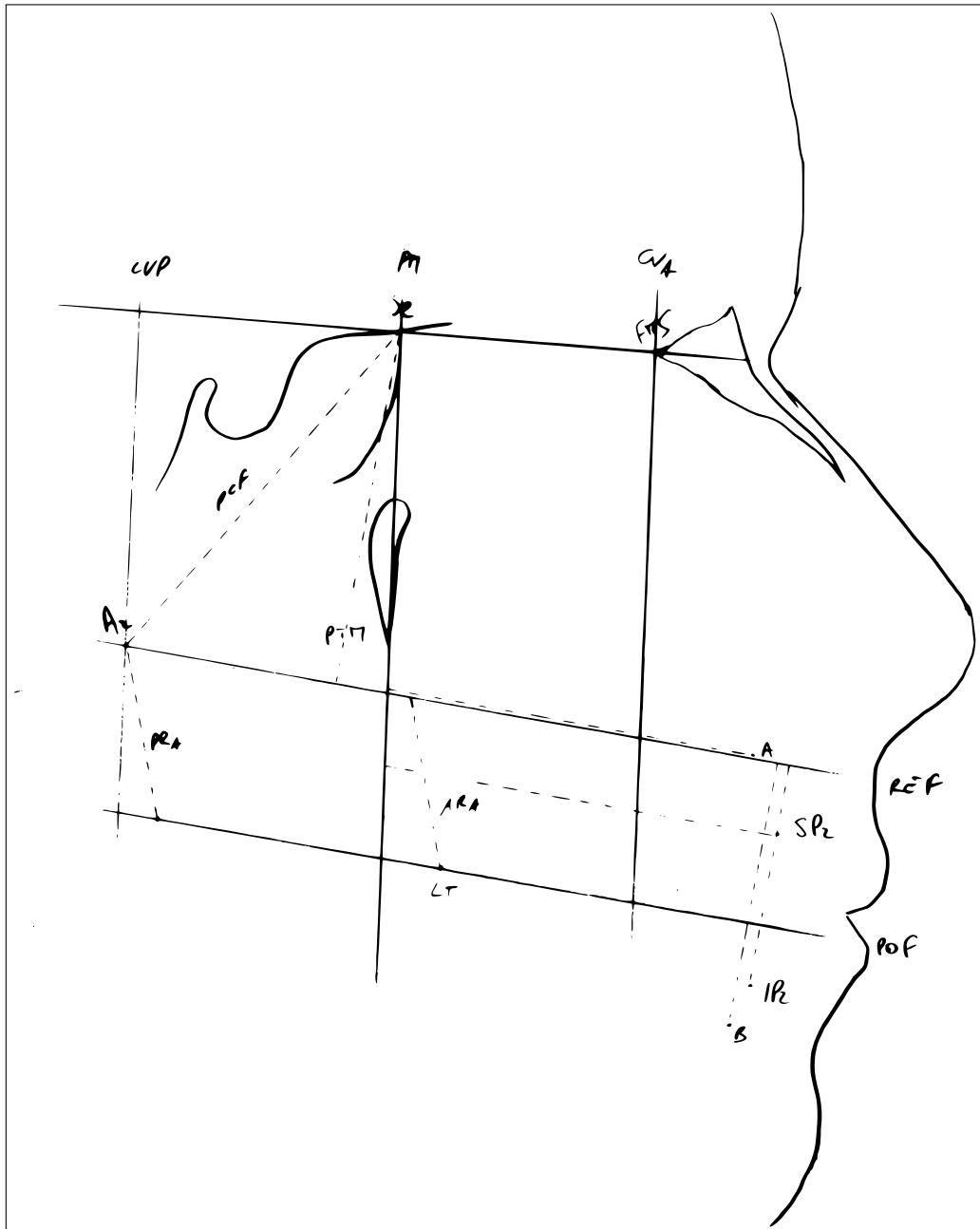
**Fig. A.53.: Analisi di Giannì e indice Wits**

**Paziente 19: ELITRI1998, F, 13aa.**

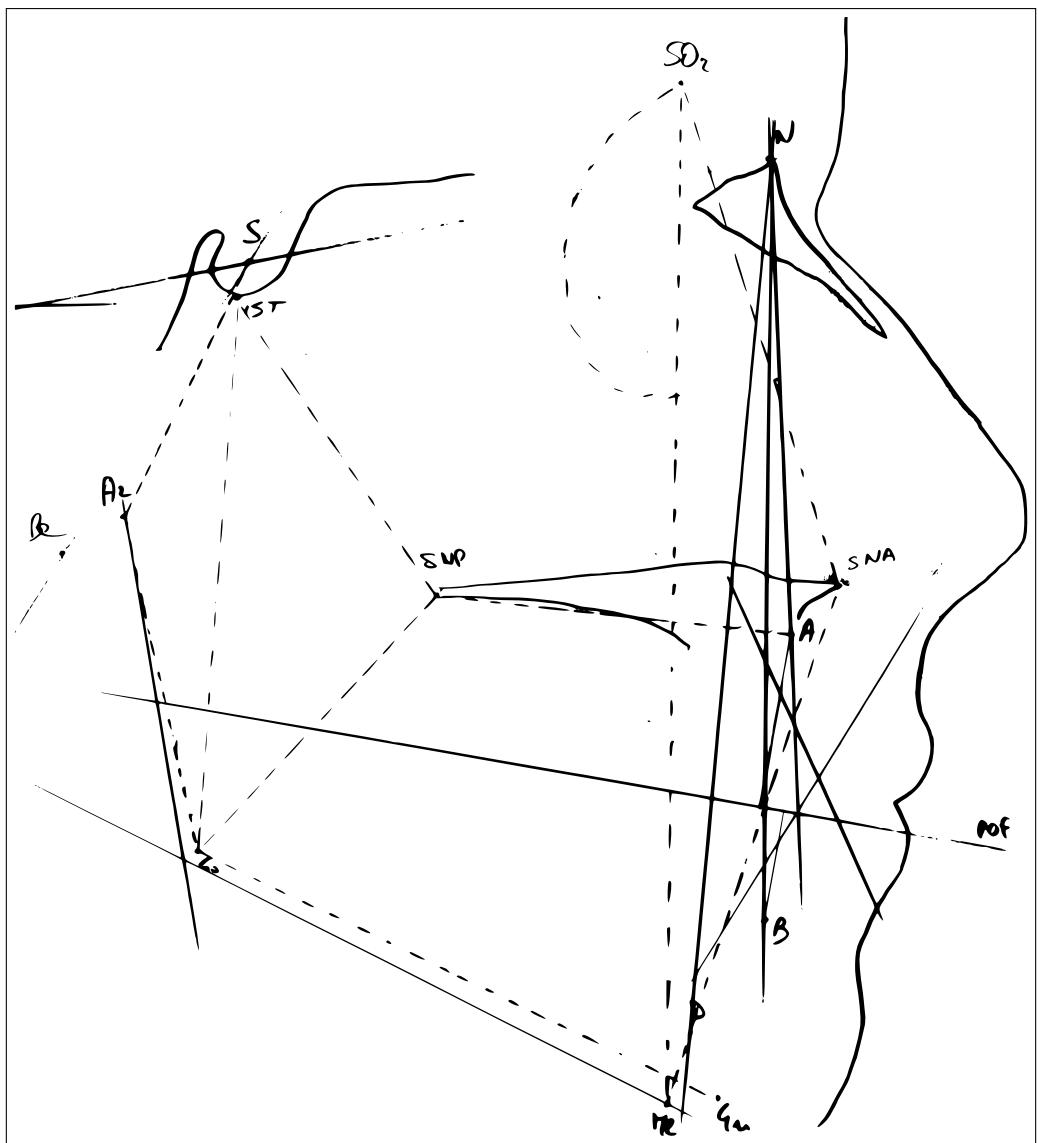




**Fig. A.54.: Analisi antero-posteriore di Ricketts**

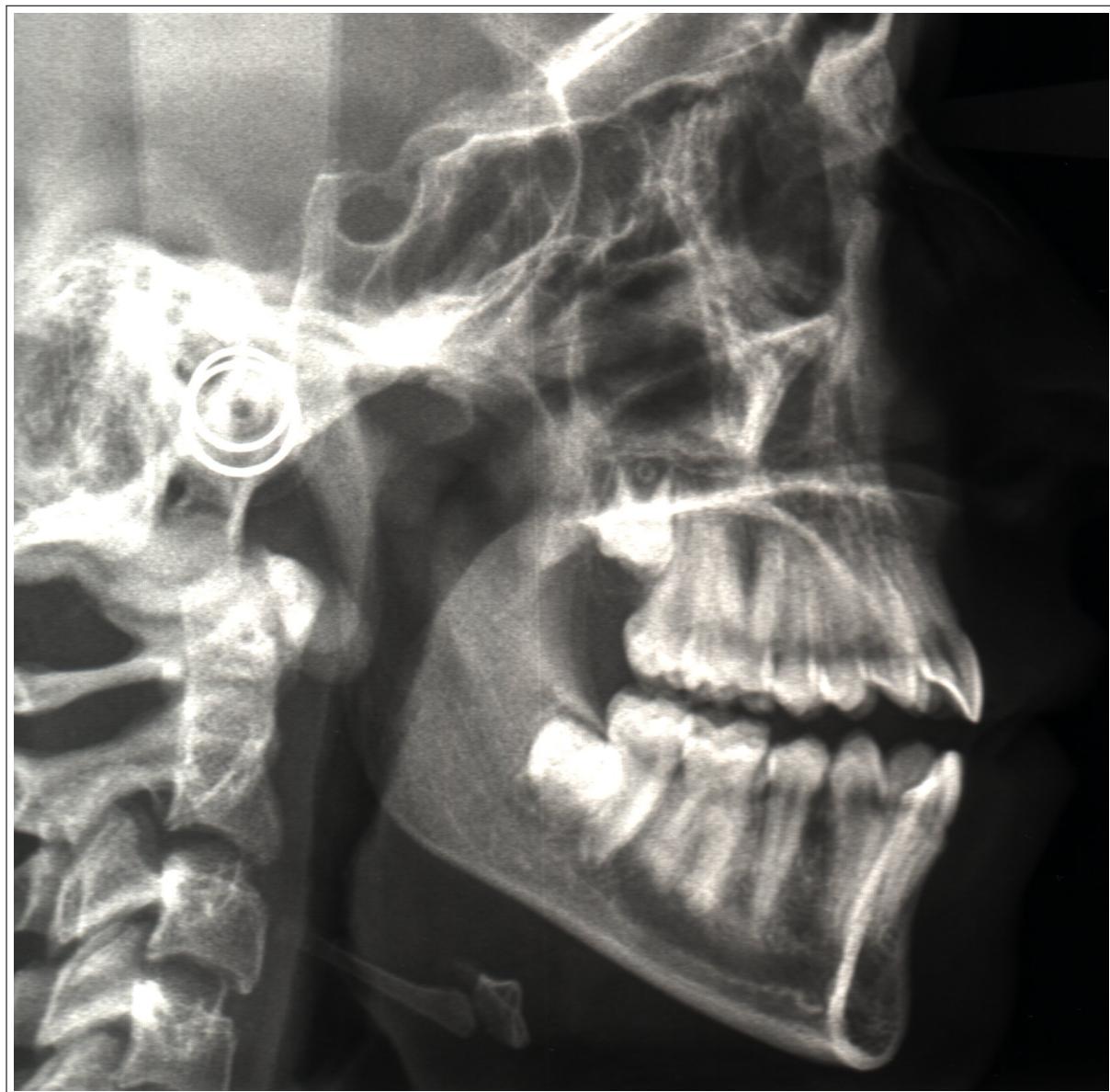


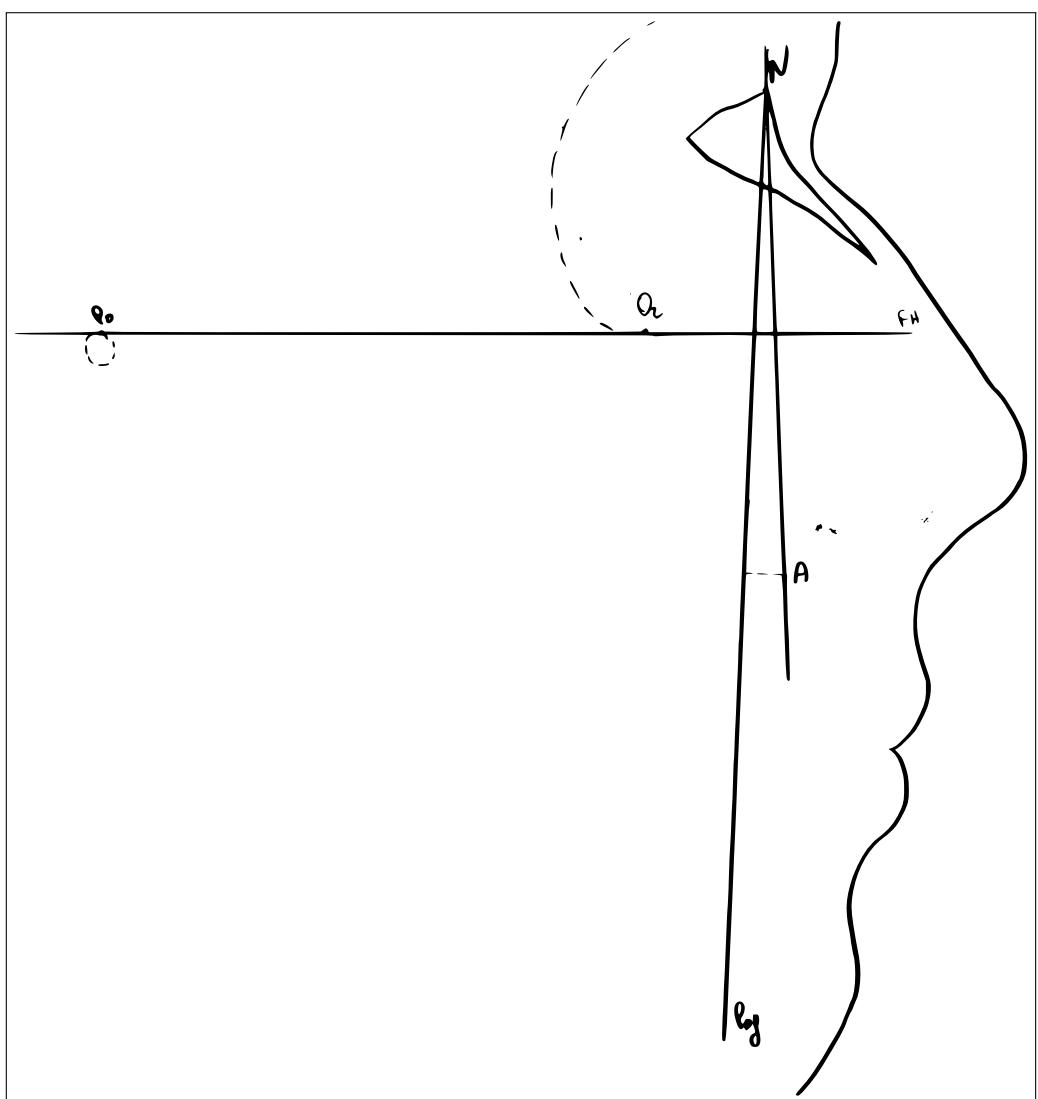
**Fig. A.55.:** Analisi delle controparti di Enlow



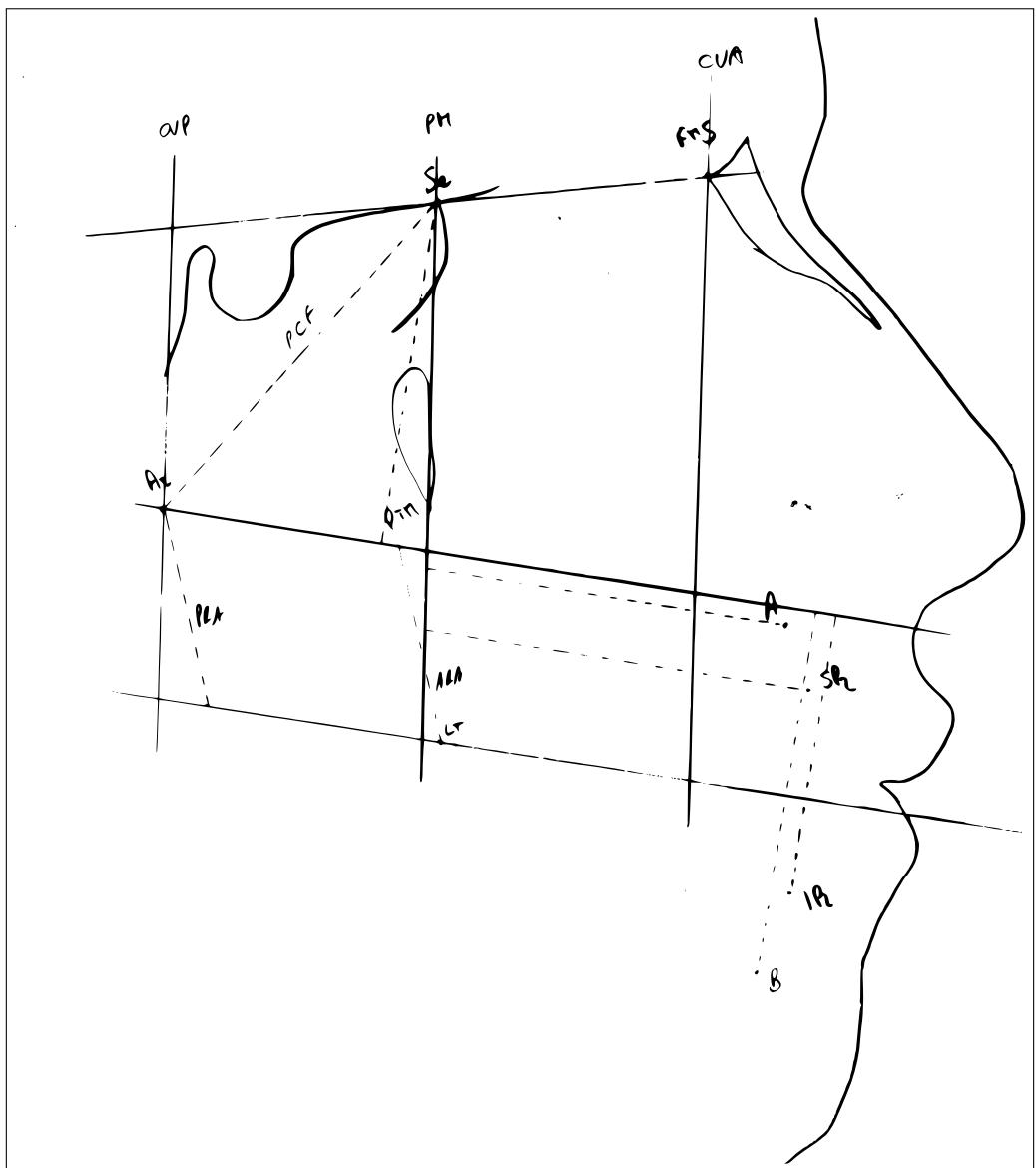
**Fig. A.56.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 20: SHATRI1996, F, 15aa.**

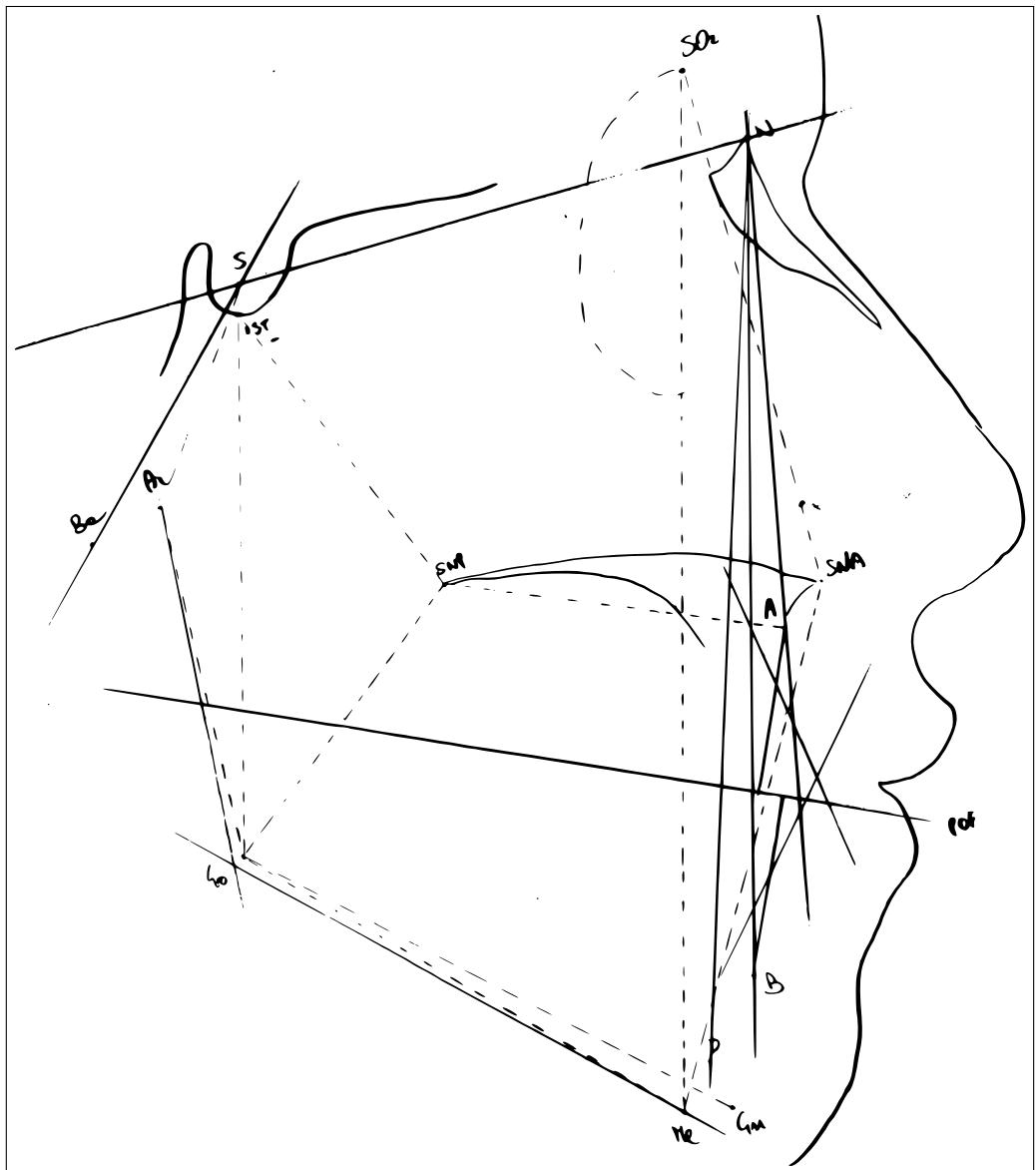




**Fig. A.57.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

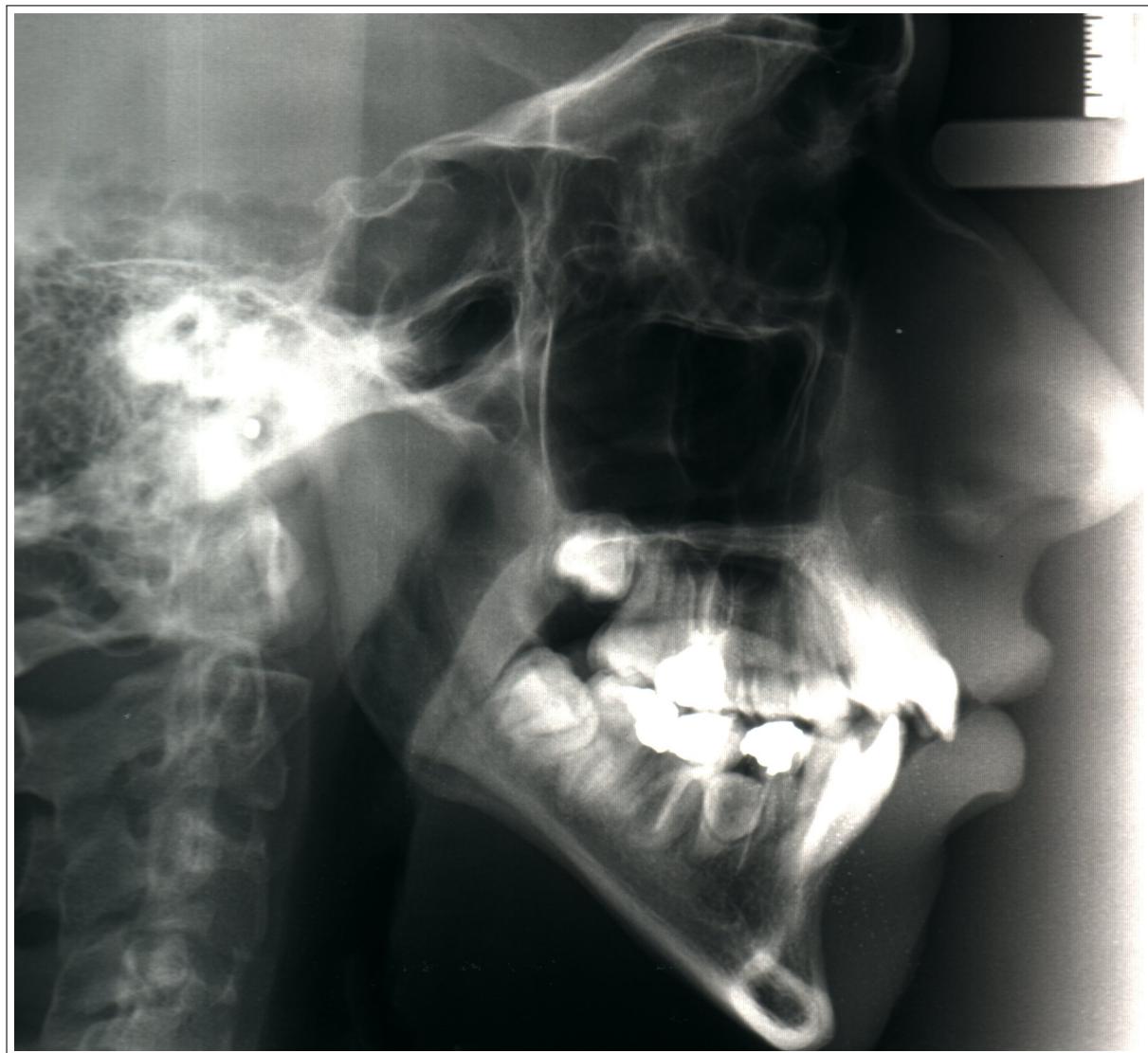


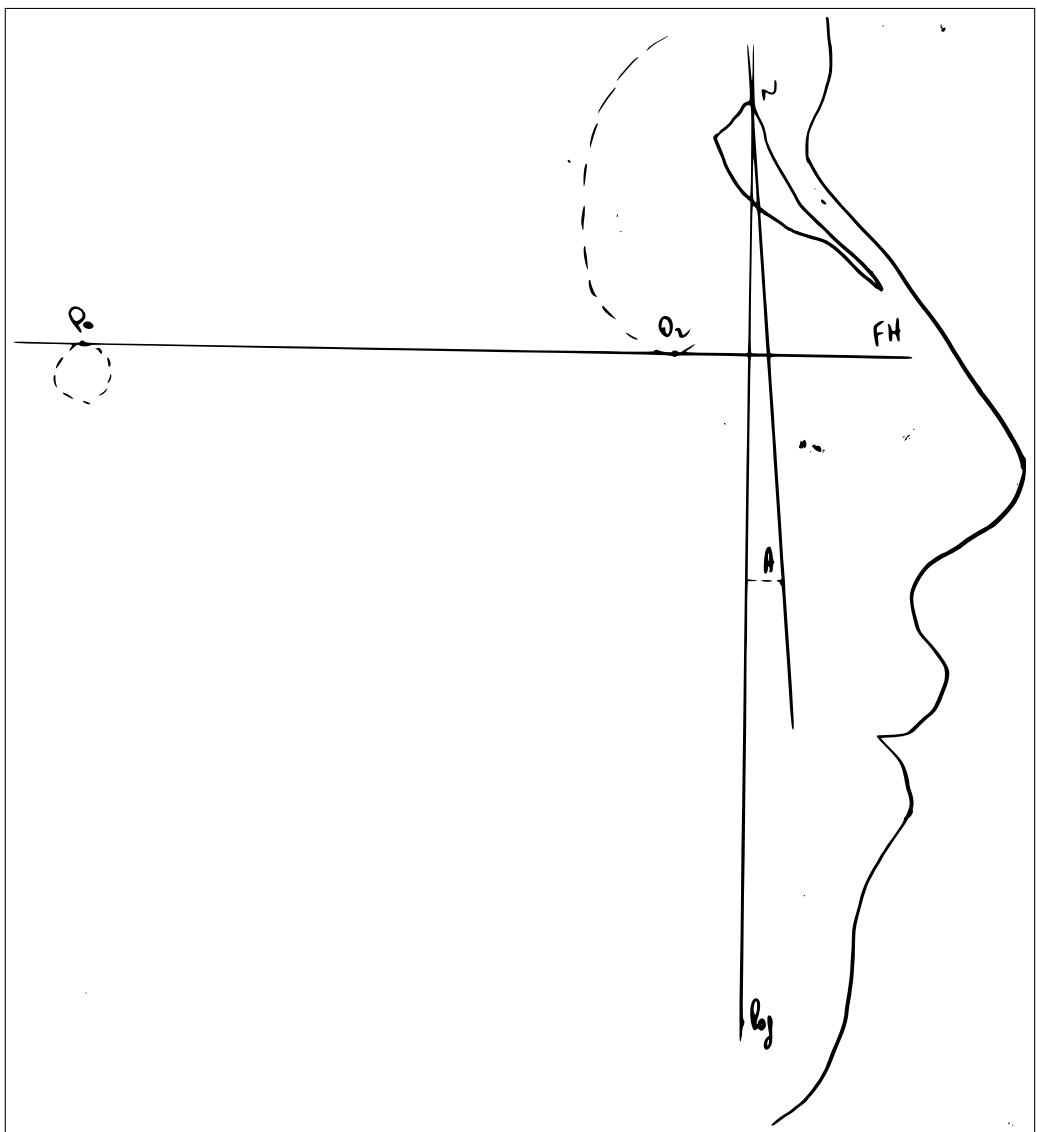
**Fig. A.58.: Analisi delle controparti di Enlow**



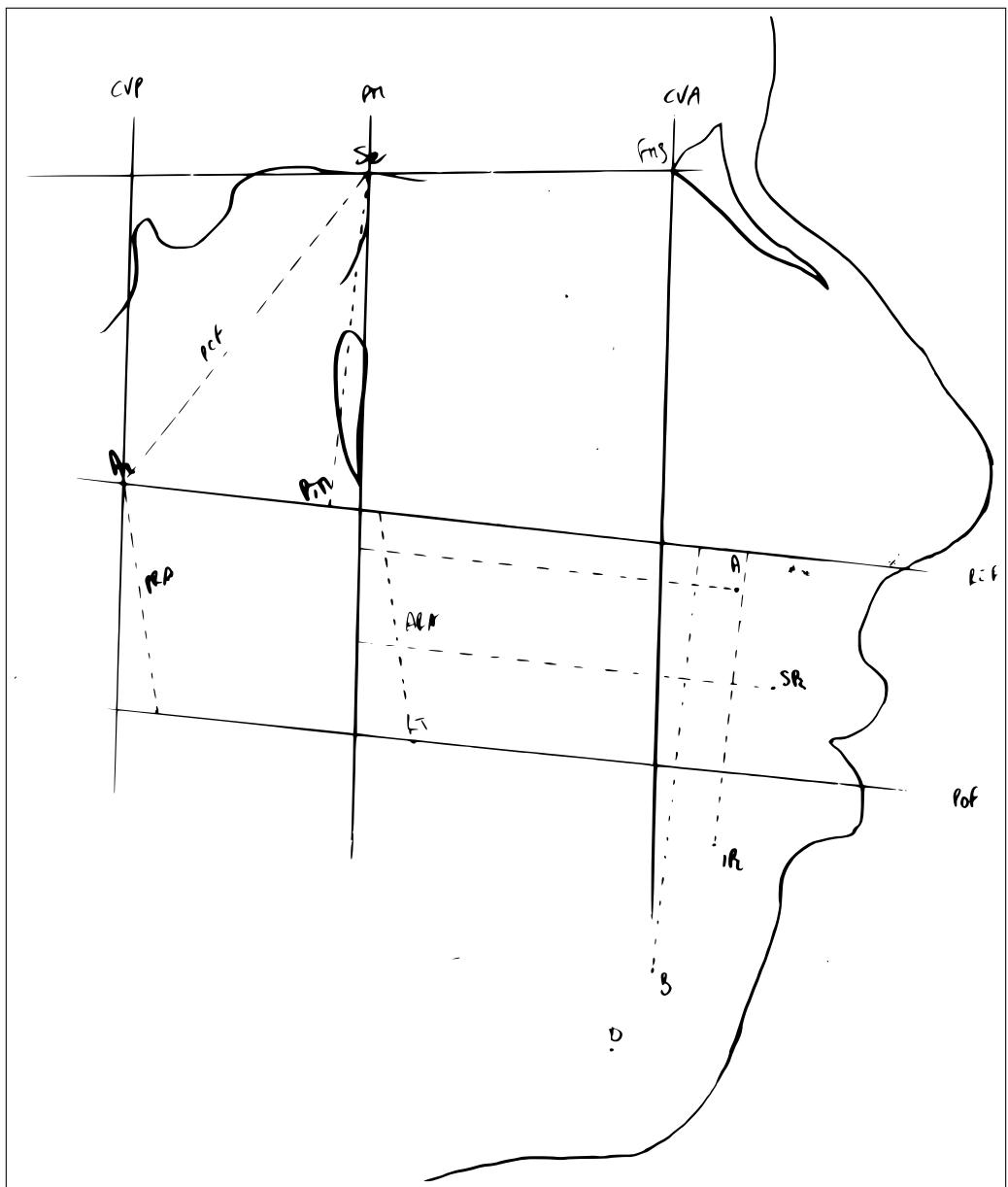
**Fig. A.59.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 21: SALA1993, M, 17aa.**

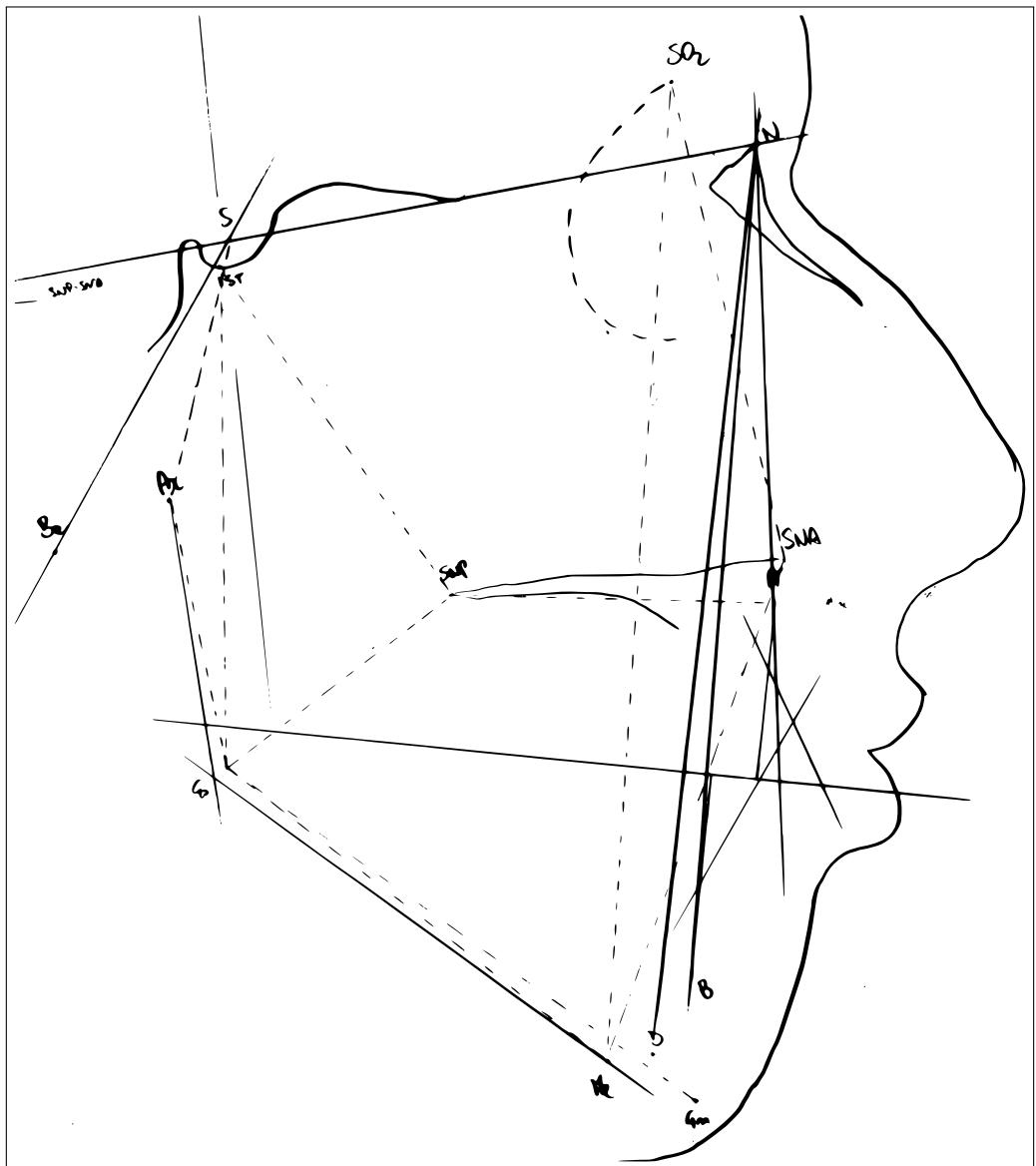




**Fig. A.60.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



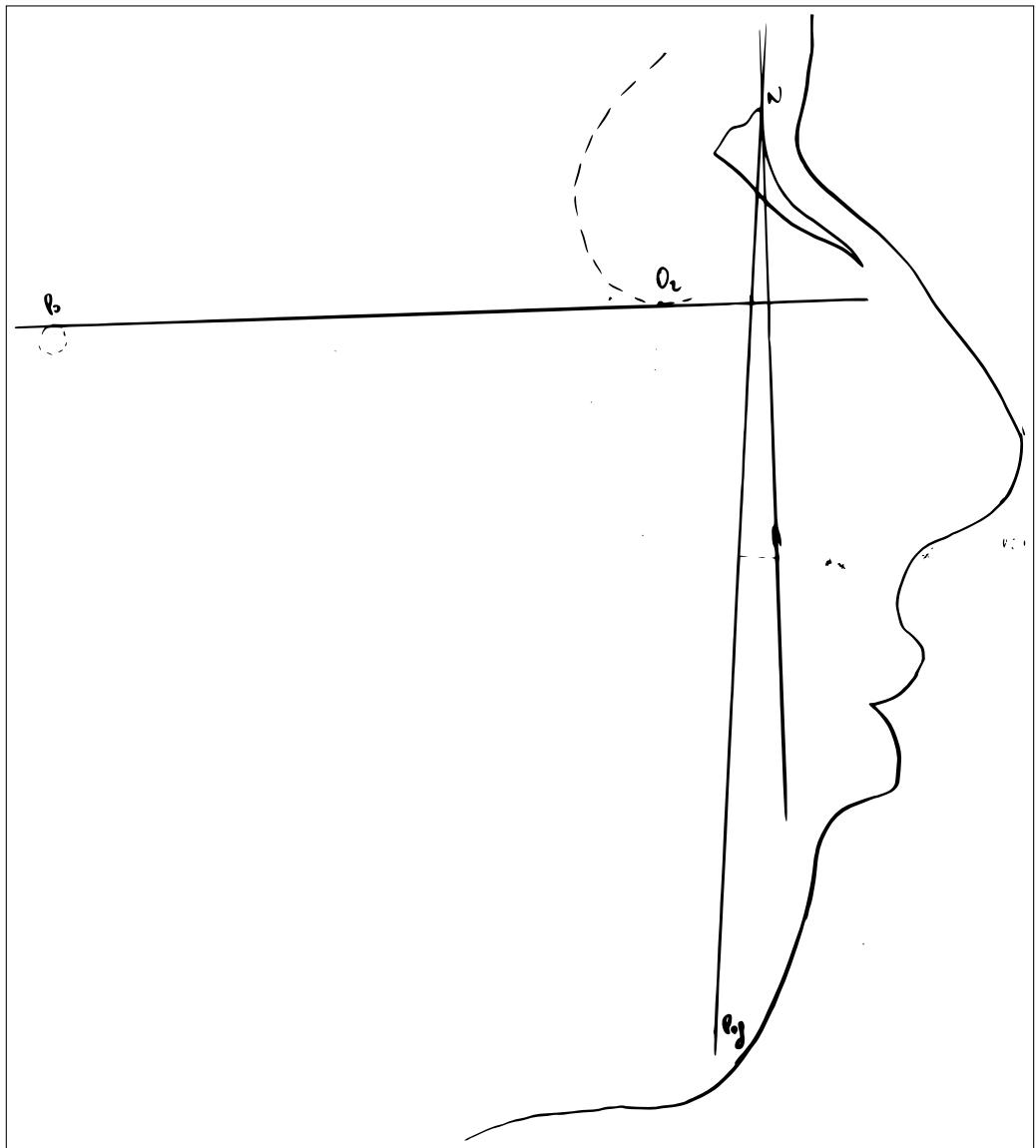
**Fig. A.61.:** Analisi delle controparti di Enlow



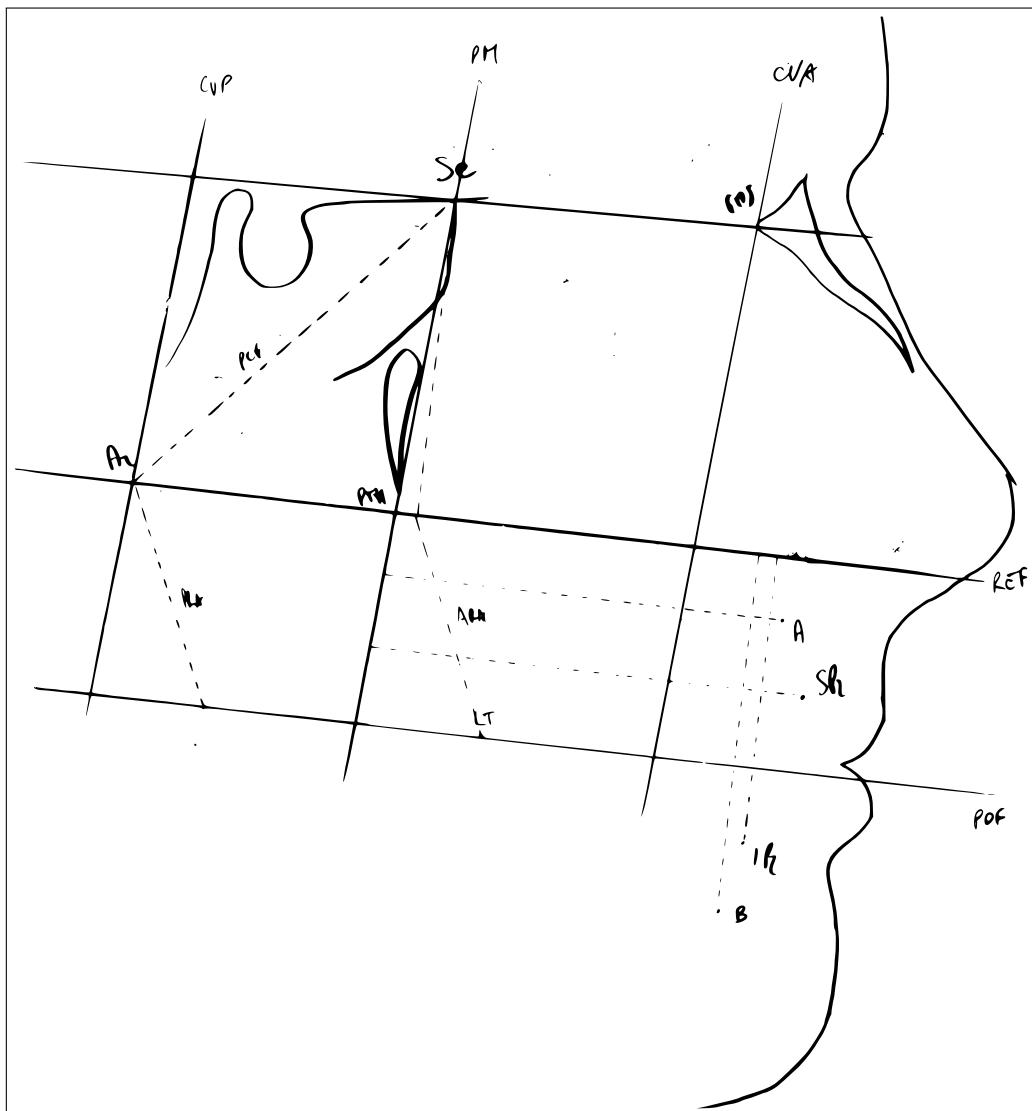
**Fig. A.62.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 22: FLOCUR1996, F, 14aa.**

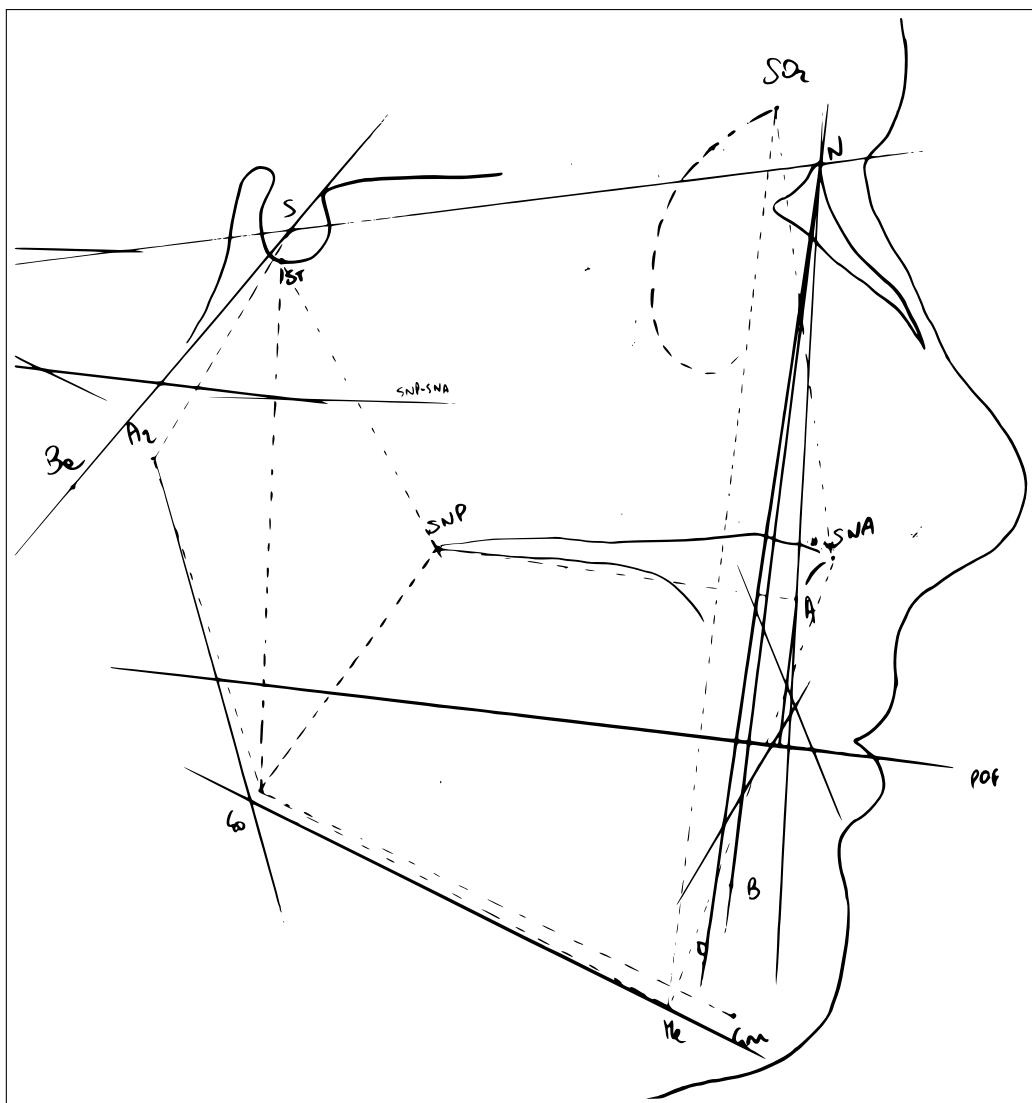




**Fig. A.63.: Analisi antero-posteriore di Ricketts**

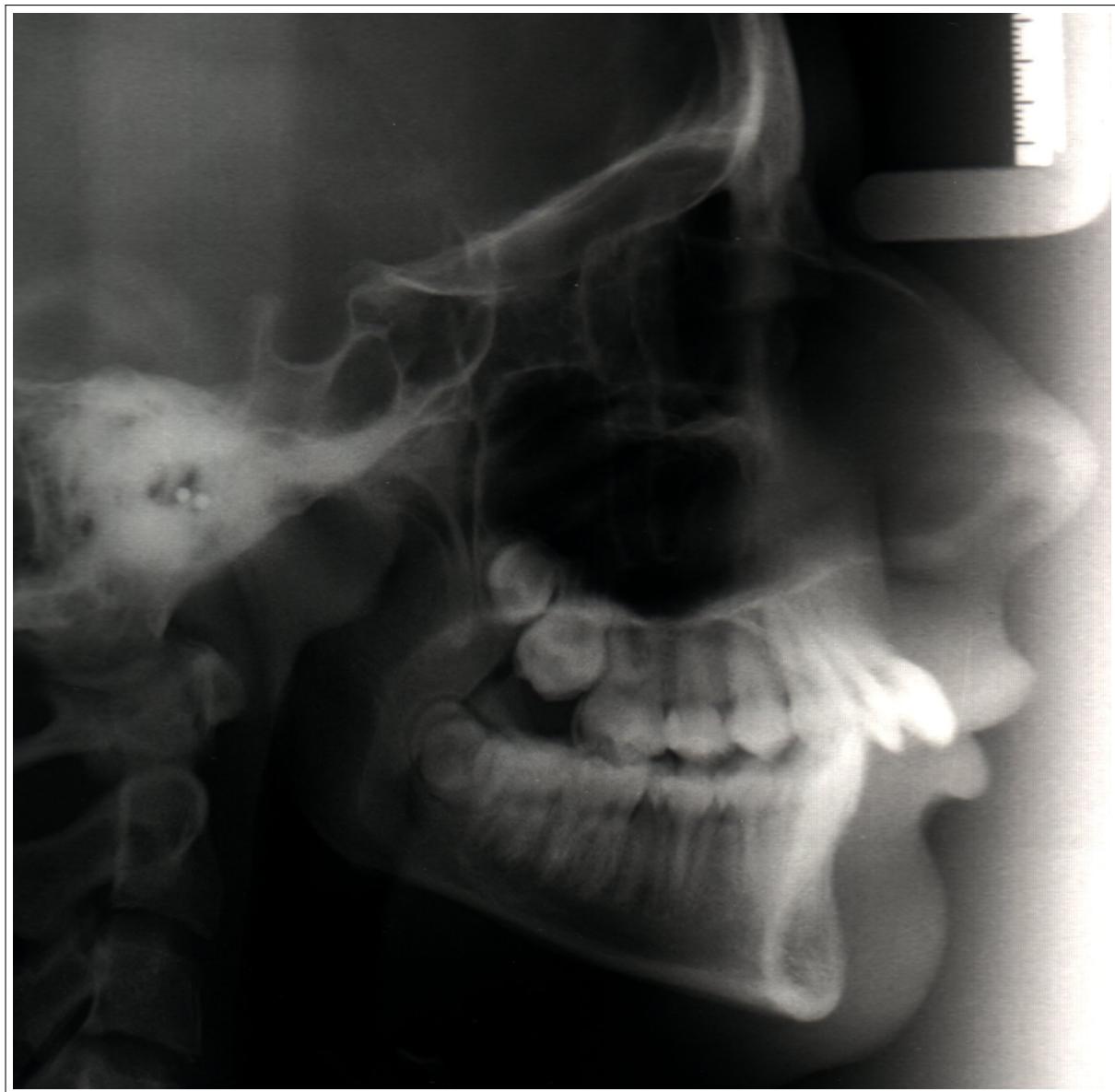


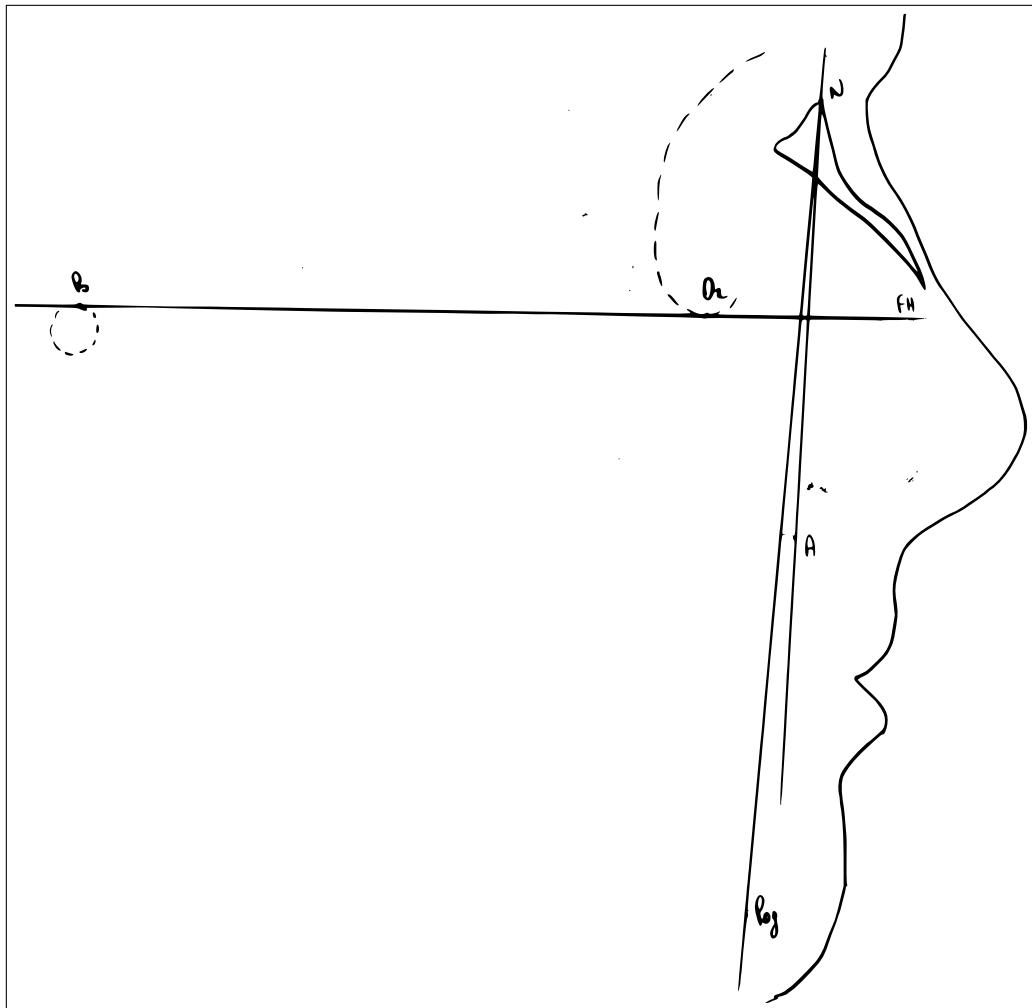
**Fig. A.64.:** Analisi delle controparti di Enlow



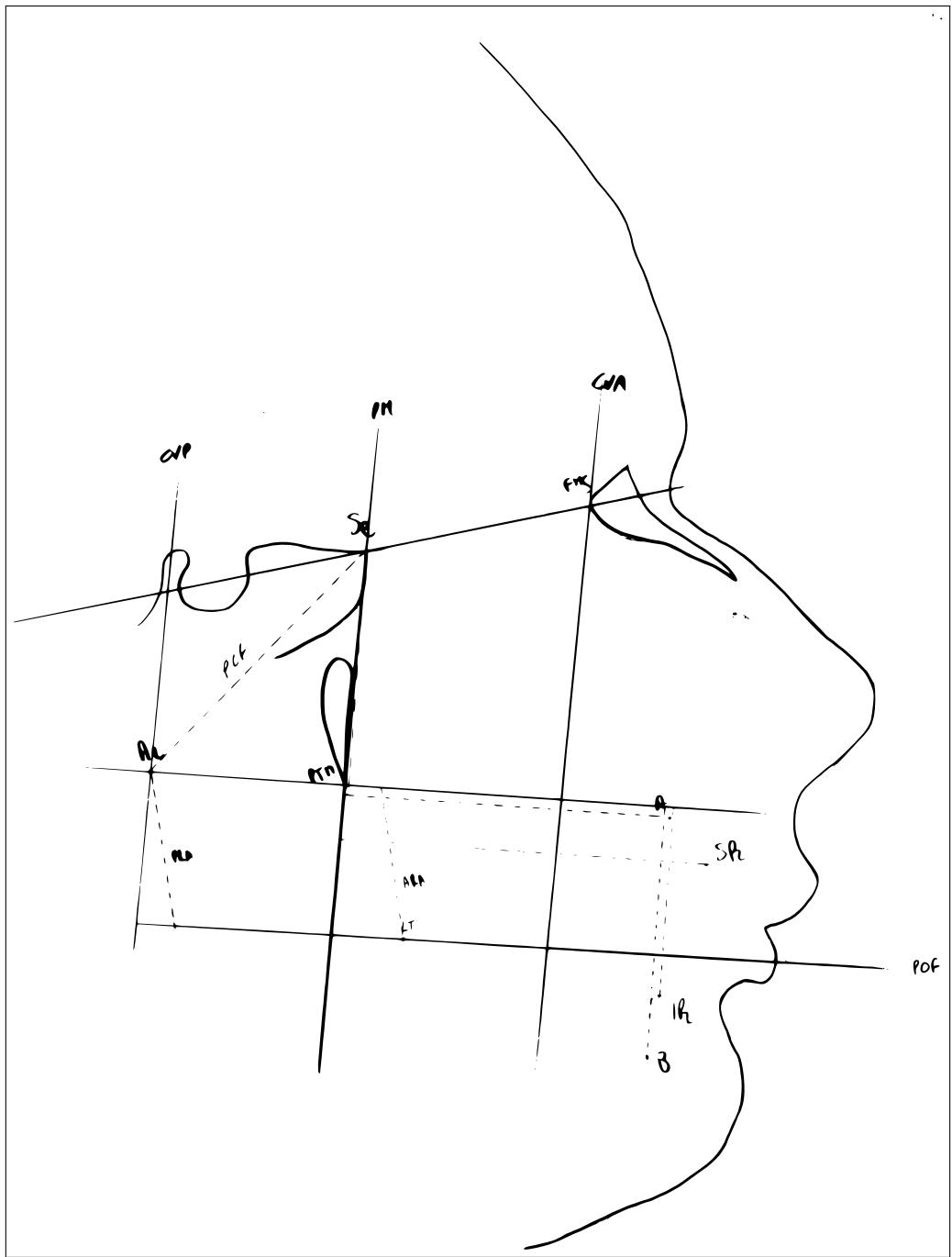
**Fig. A.65.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 23: MARVOL1993, F, 13aa.**

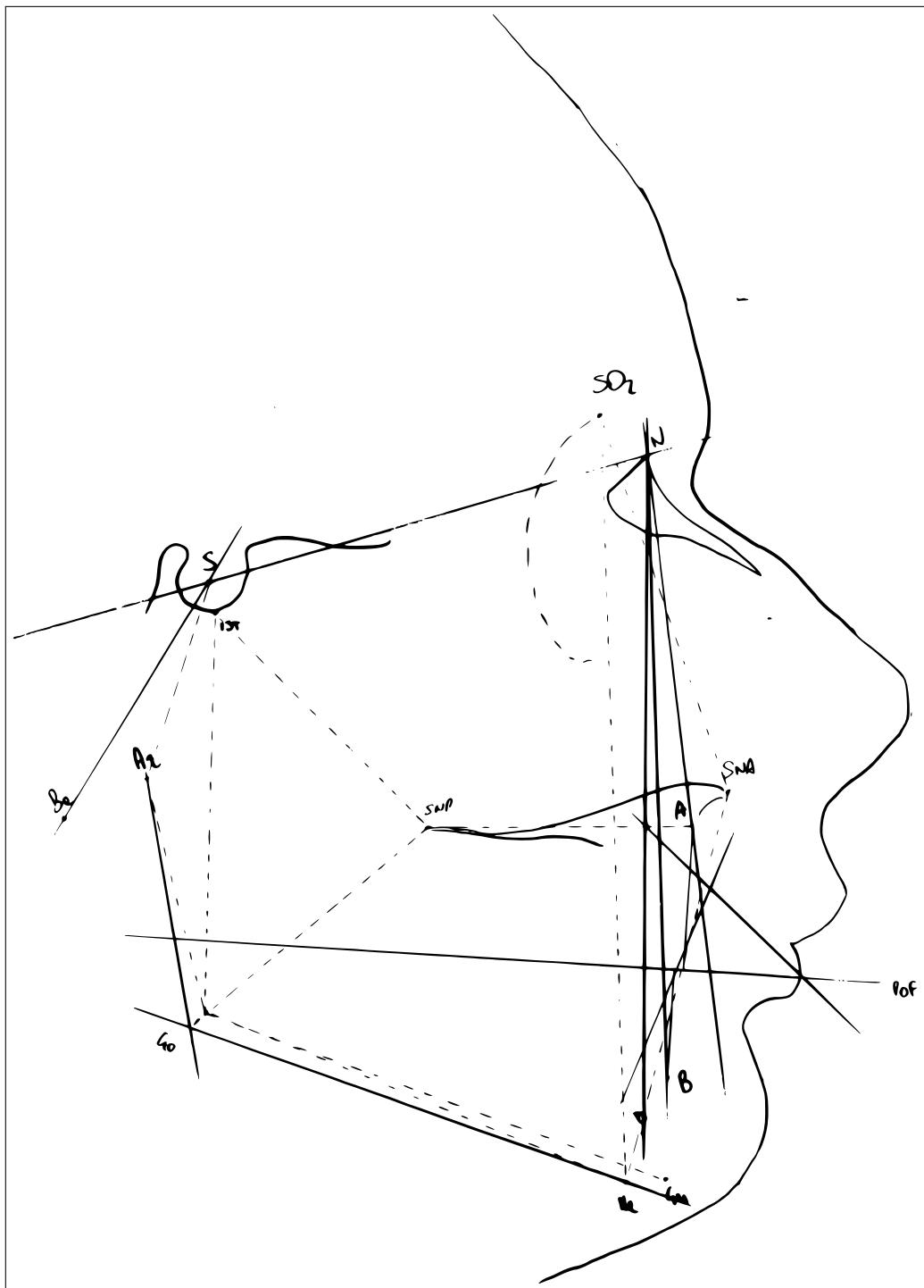




**Fig. A.66.: Analisi antero-posteriore di Ricketts**



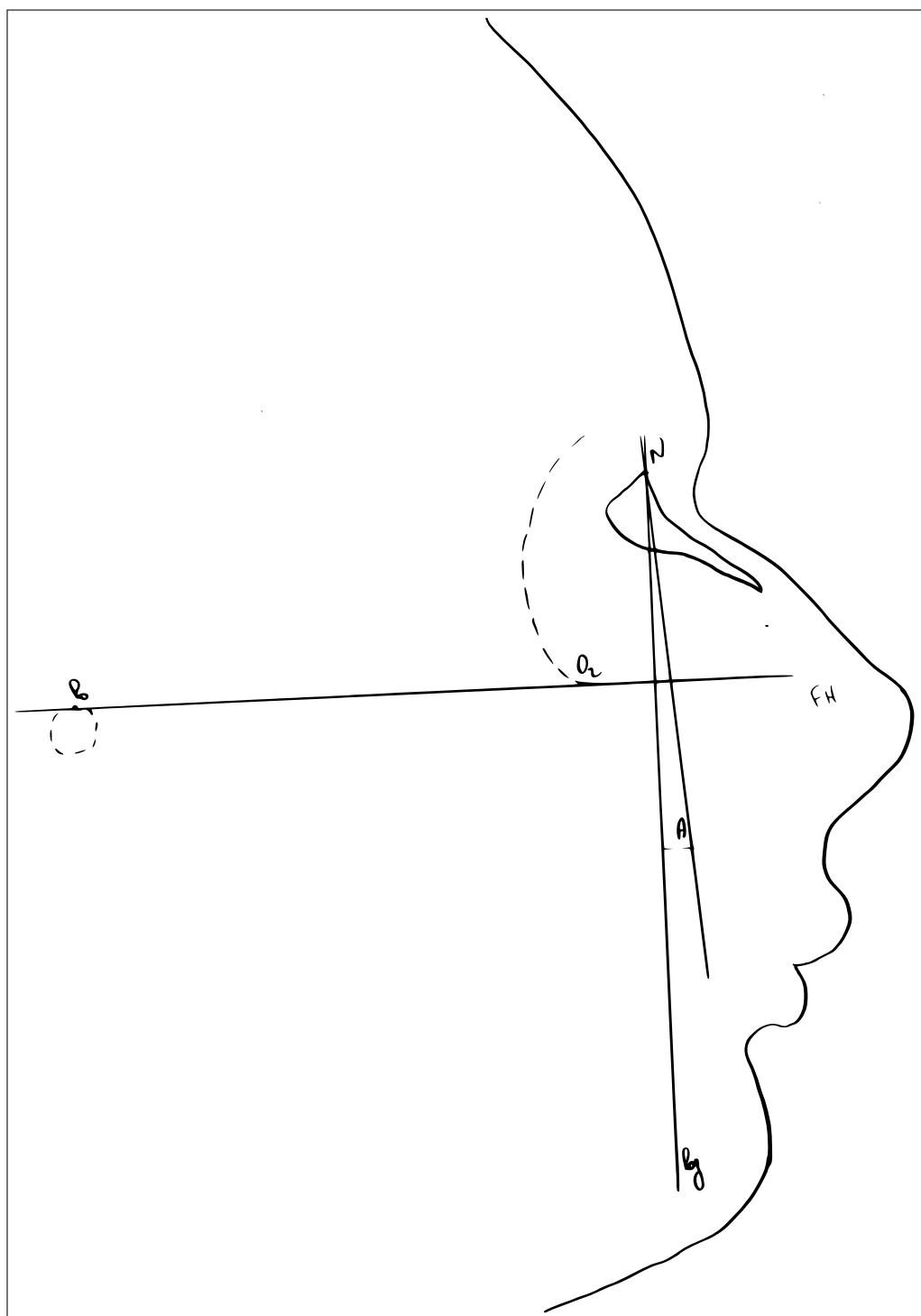
**Fig. A.67.:** Analisi delle controparti di Enlow



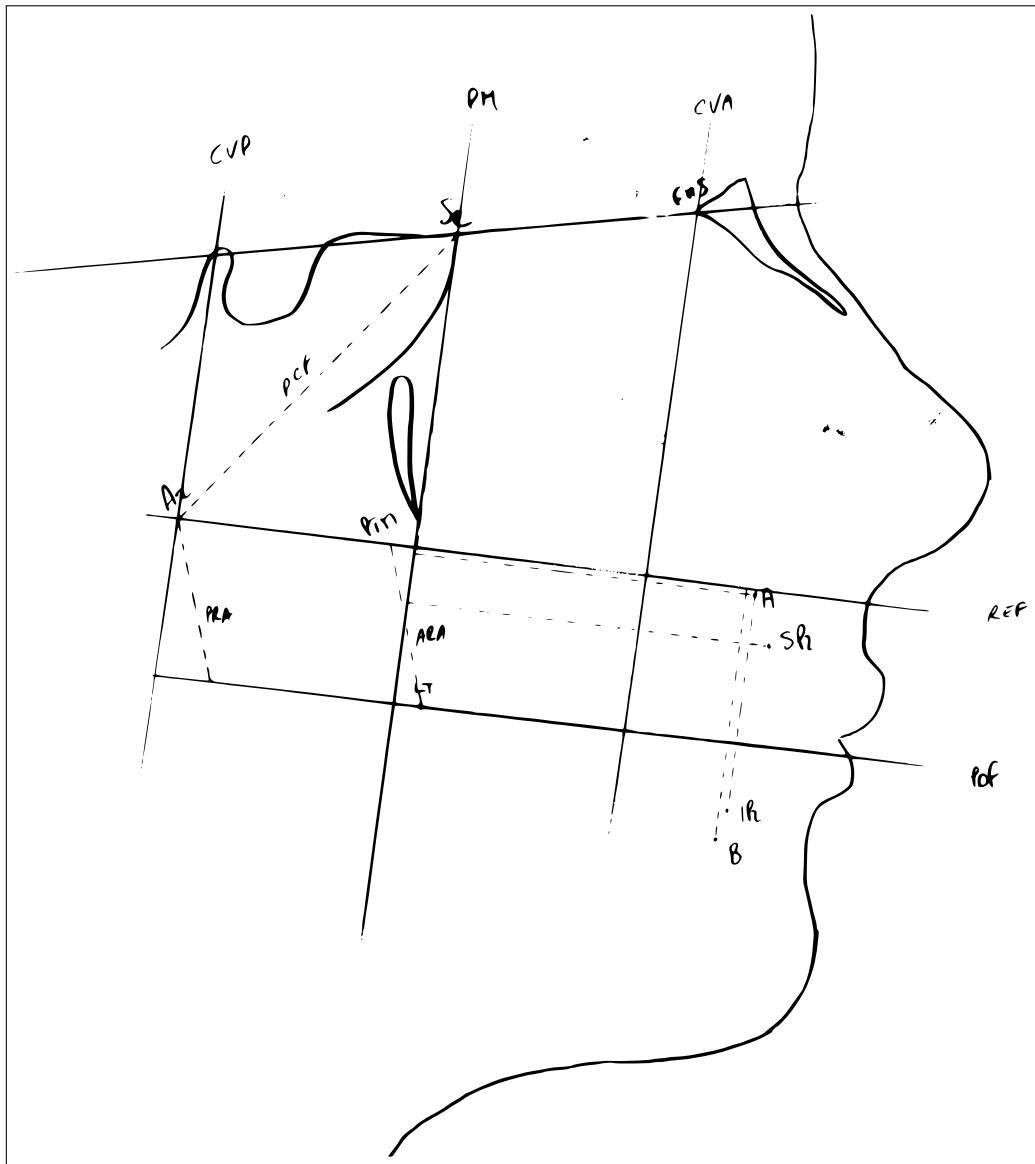
**Fig. A.68.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 24: MAUZ1996, F, 8aa.**

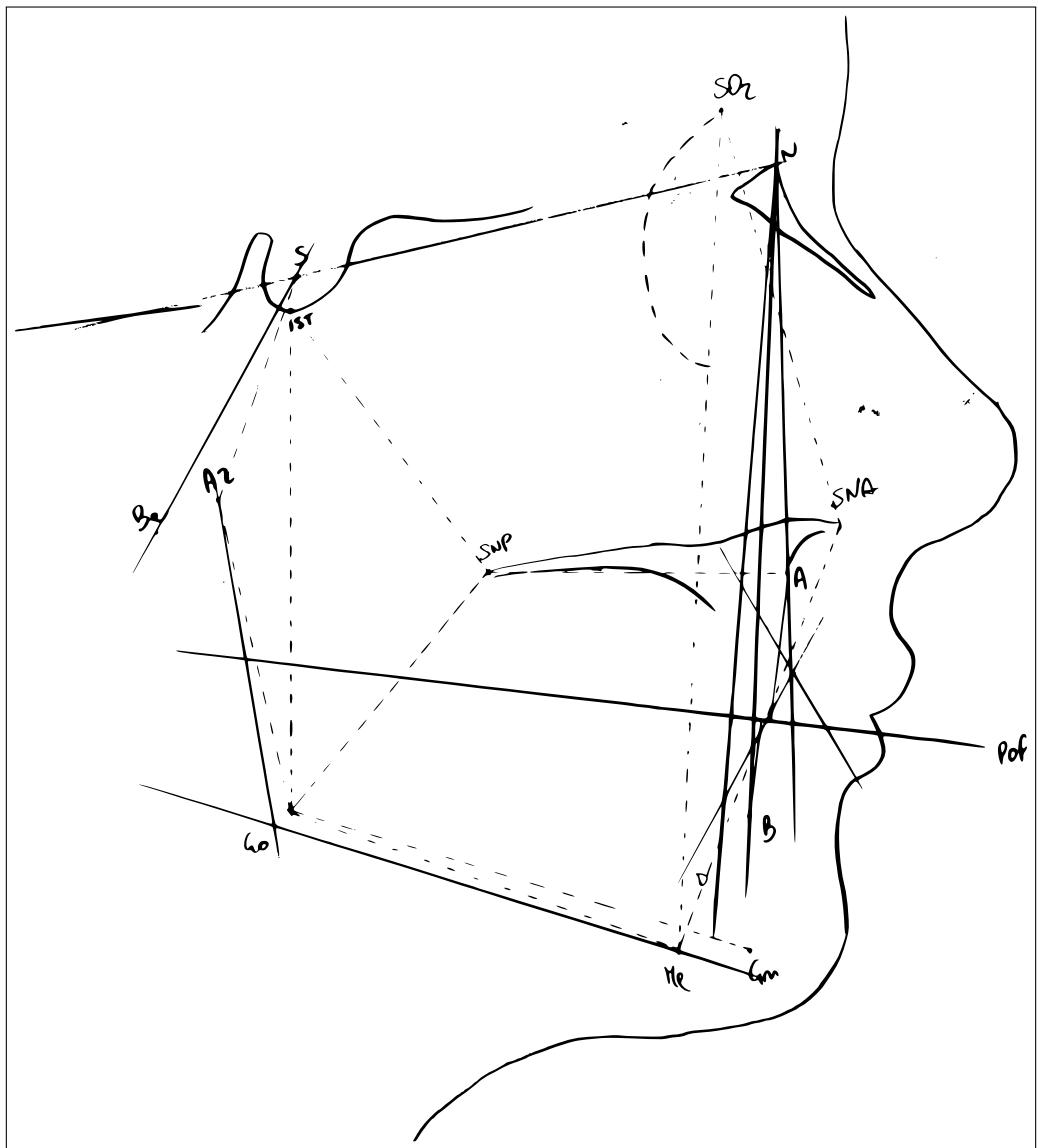




**Fig. A.69.: Analisi antero-posteriore di Ricketts**

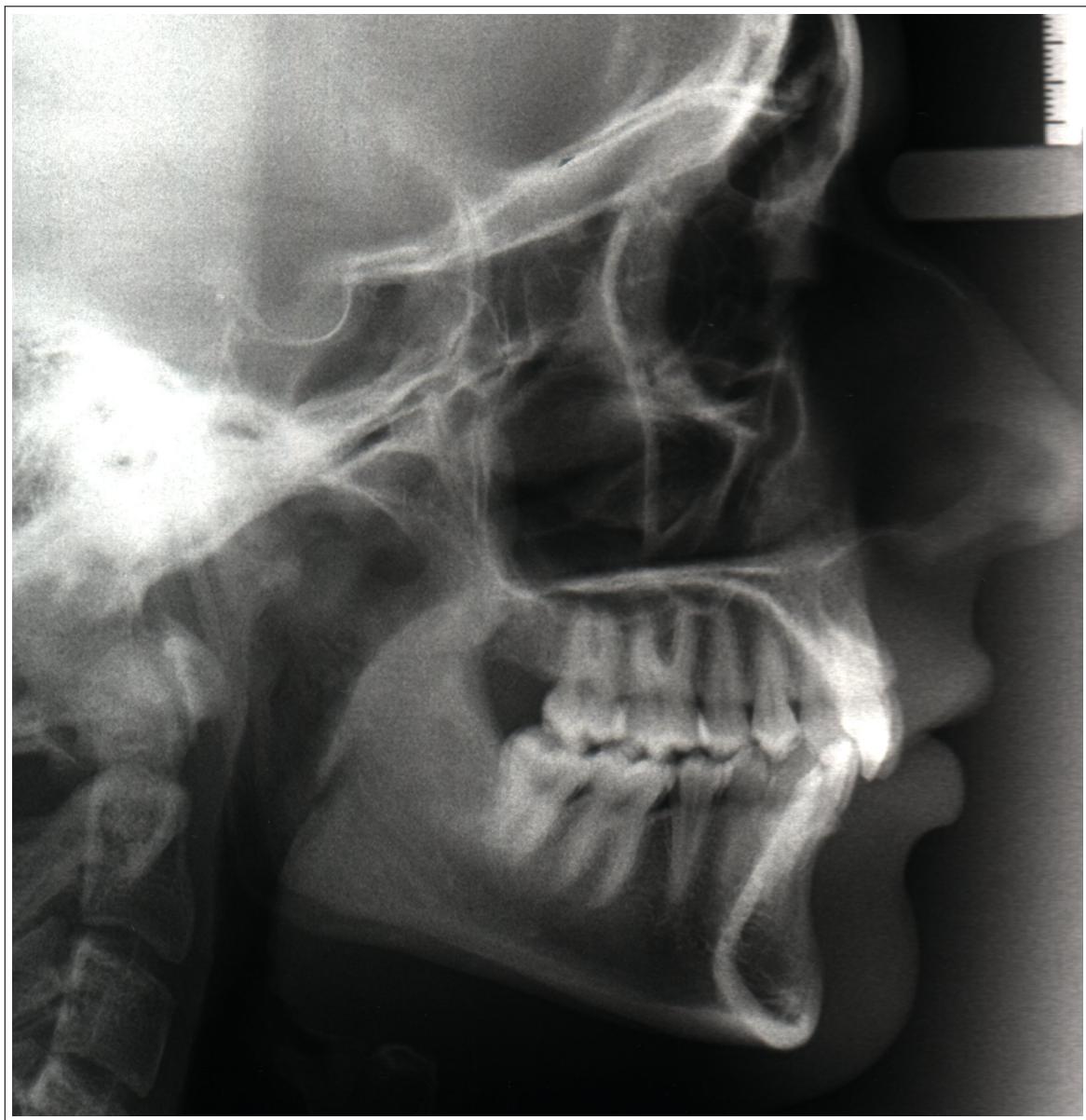


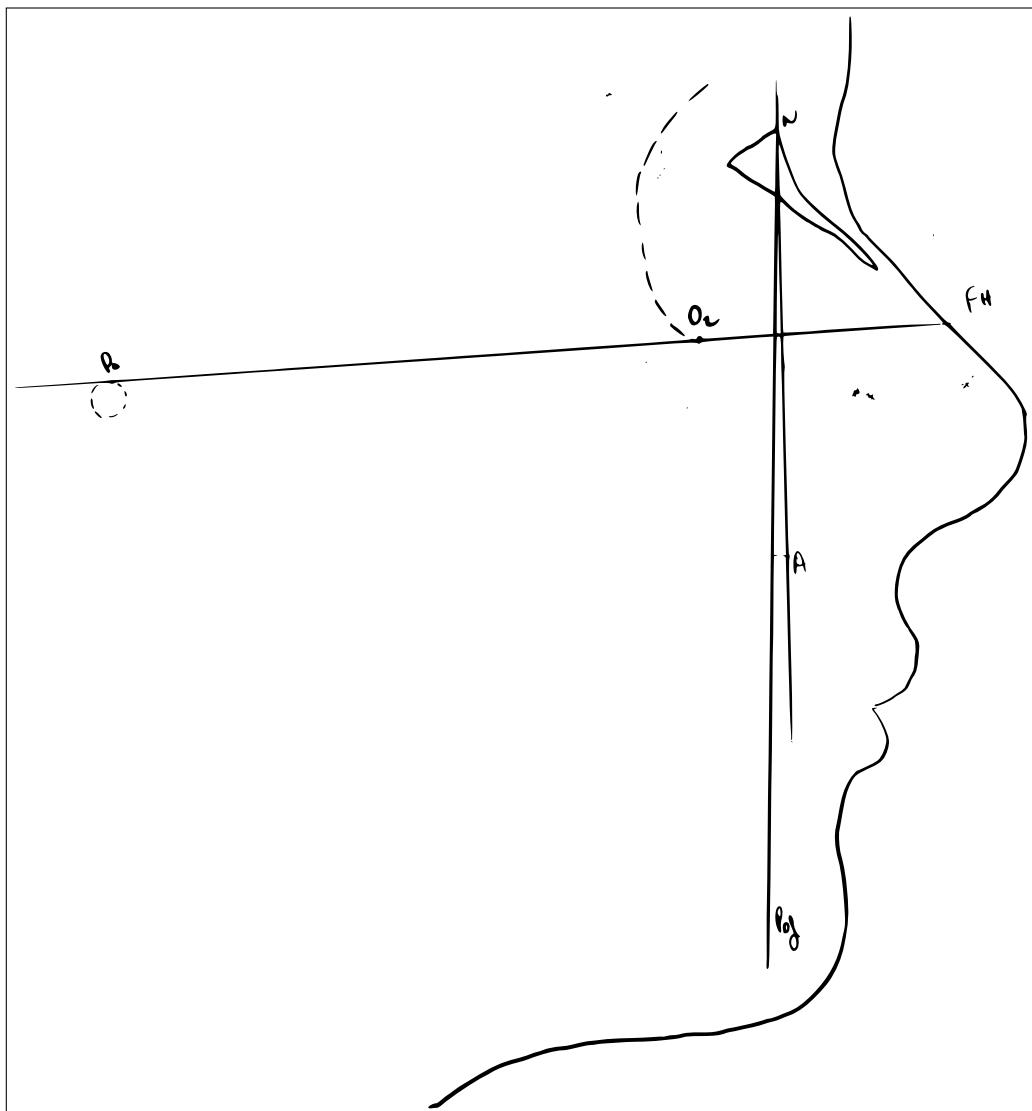
**Fig. A.70.:** Analisi delle controparti di Enlow



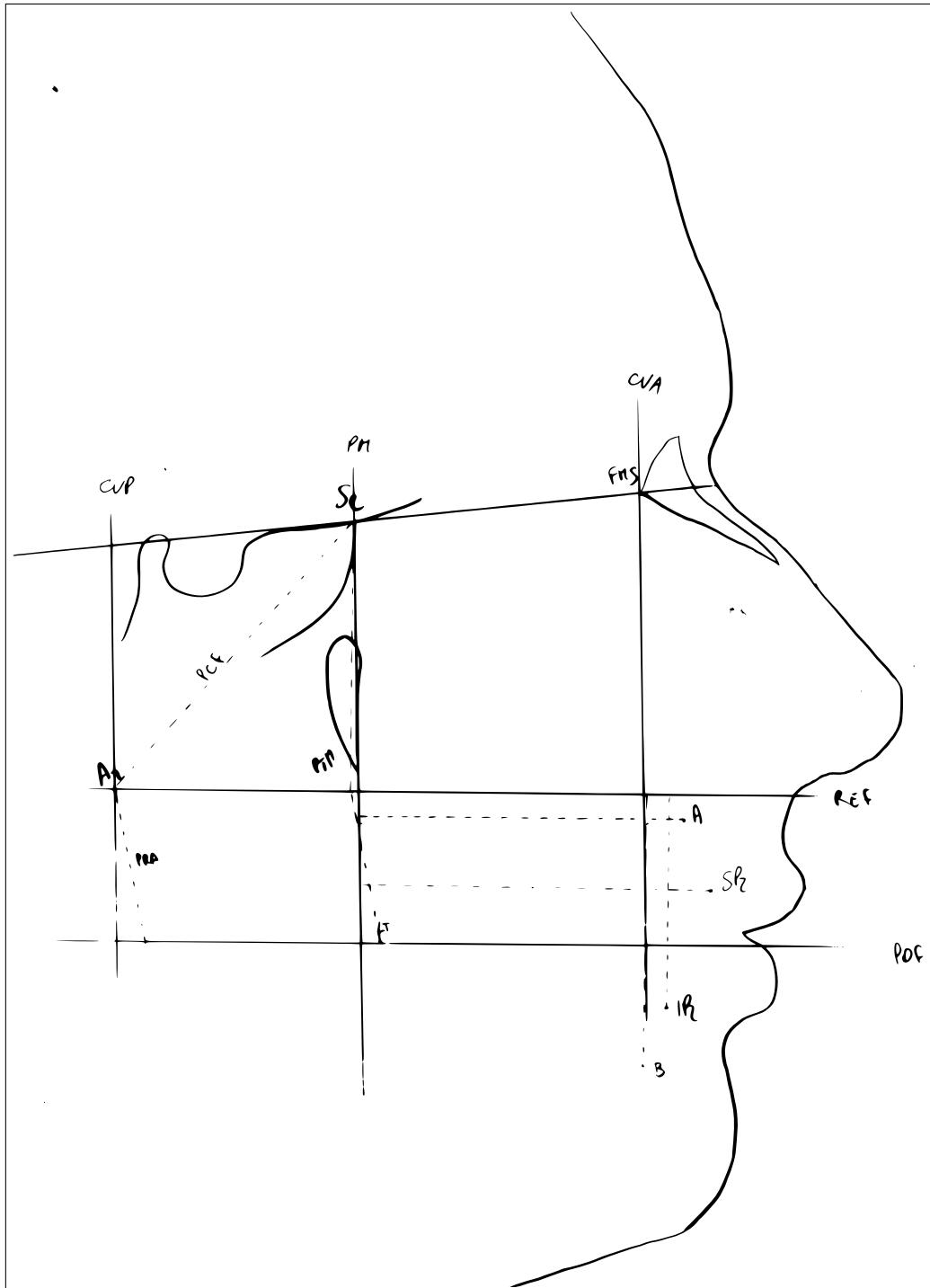
**Fig. A.71.: Analisi di Giannì e indice Wits**

**Paziente 25: FARI1988, F, 20aa.**

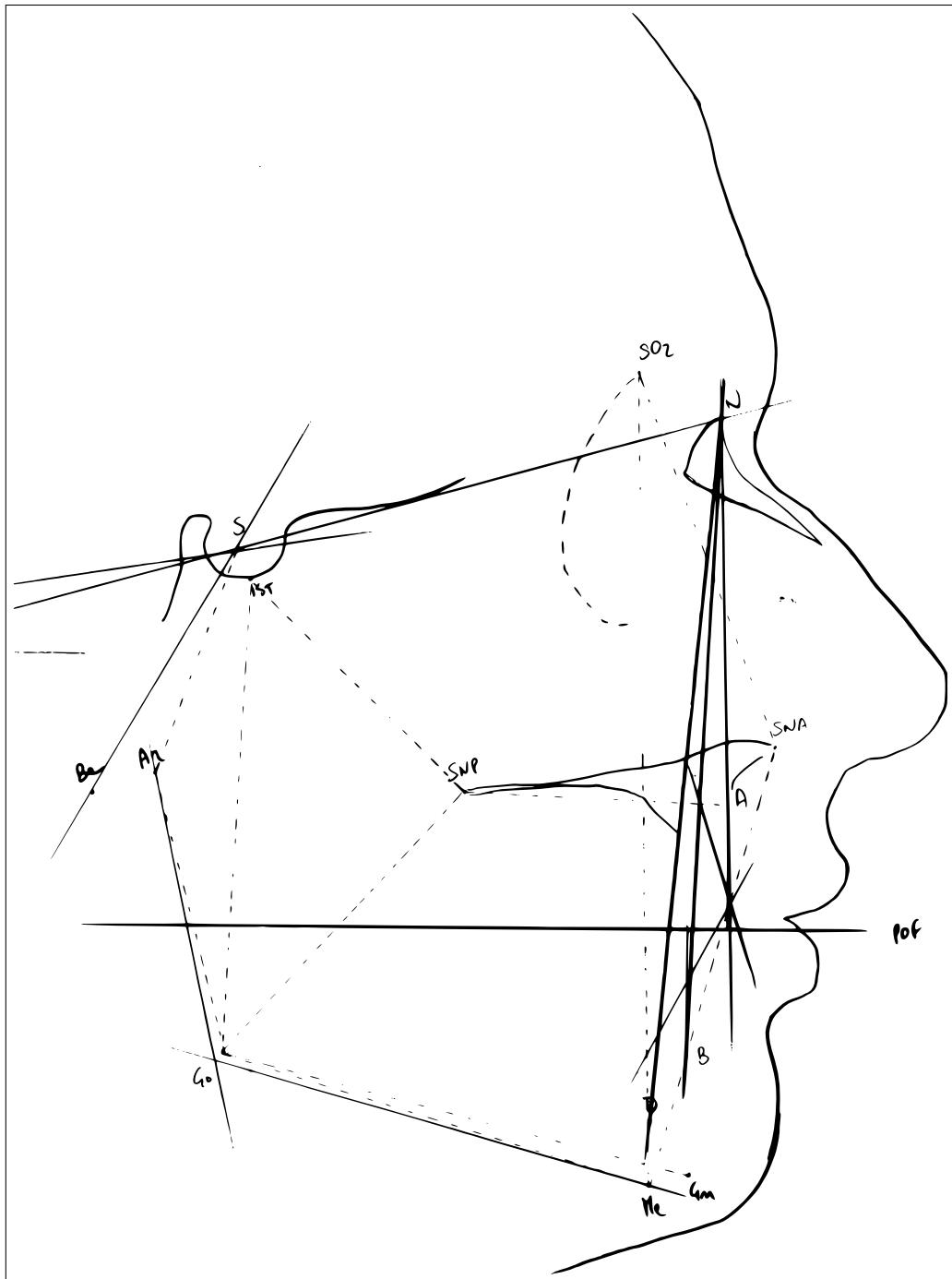




**Fig. A.72.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



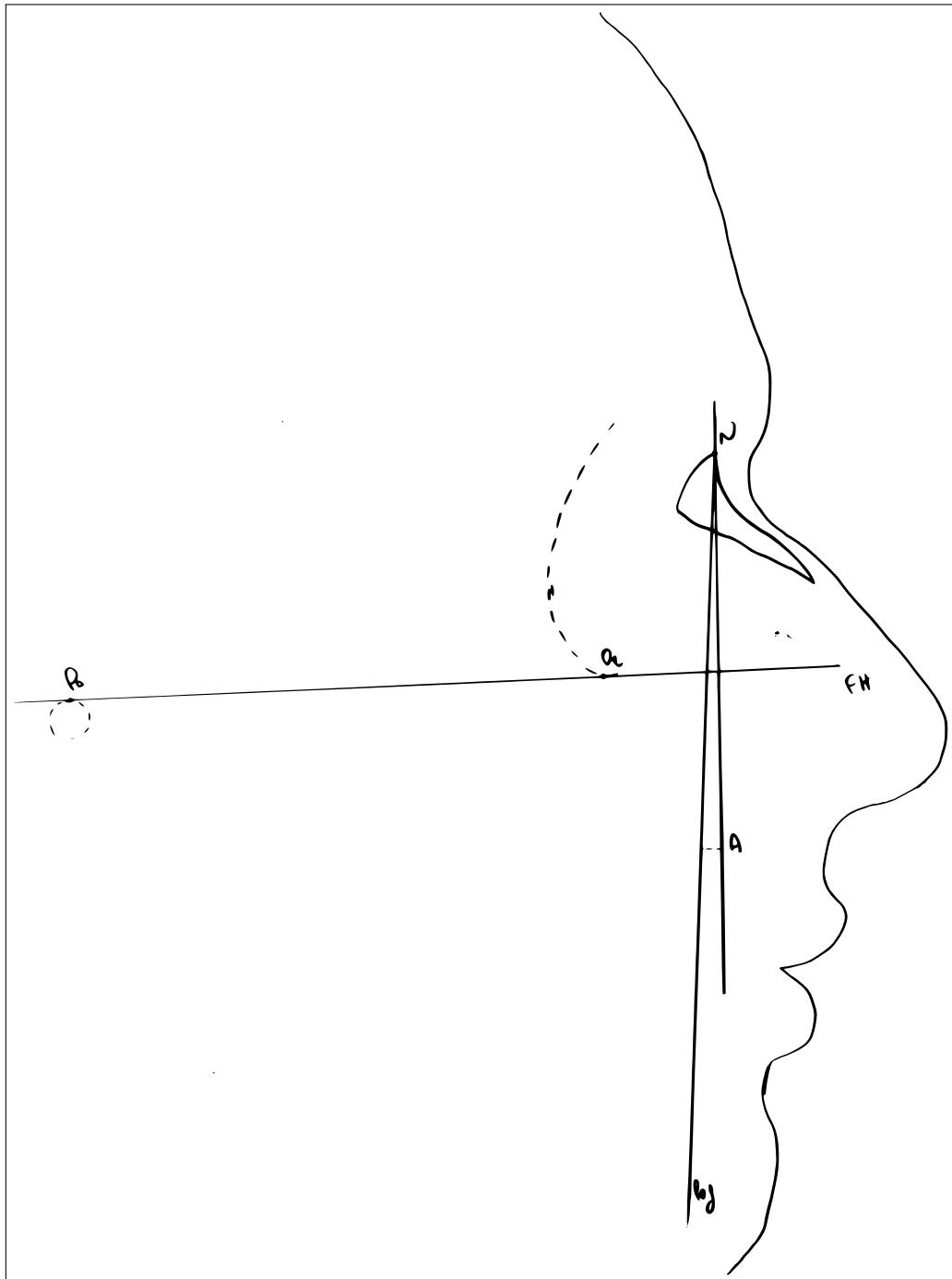
**Fig. A.73.**: Analisi delle controparti di Enlow



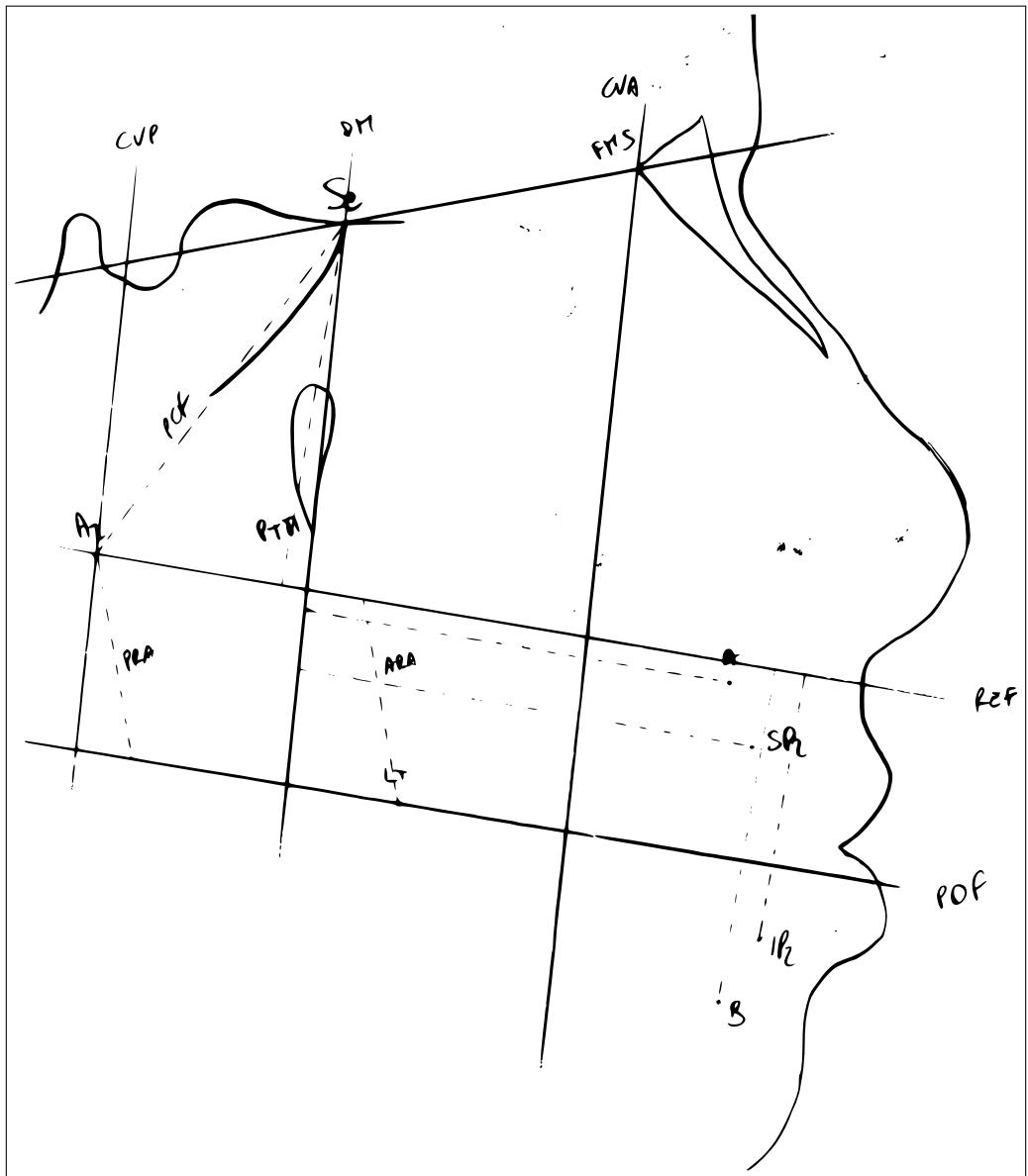
**Fig. A.74.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 26: CHIPIN1996, F, 11aa.**

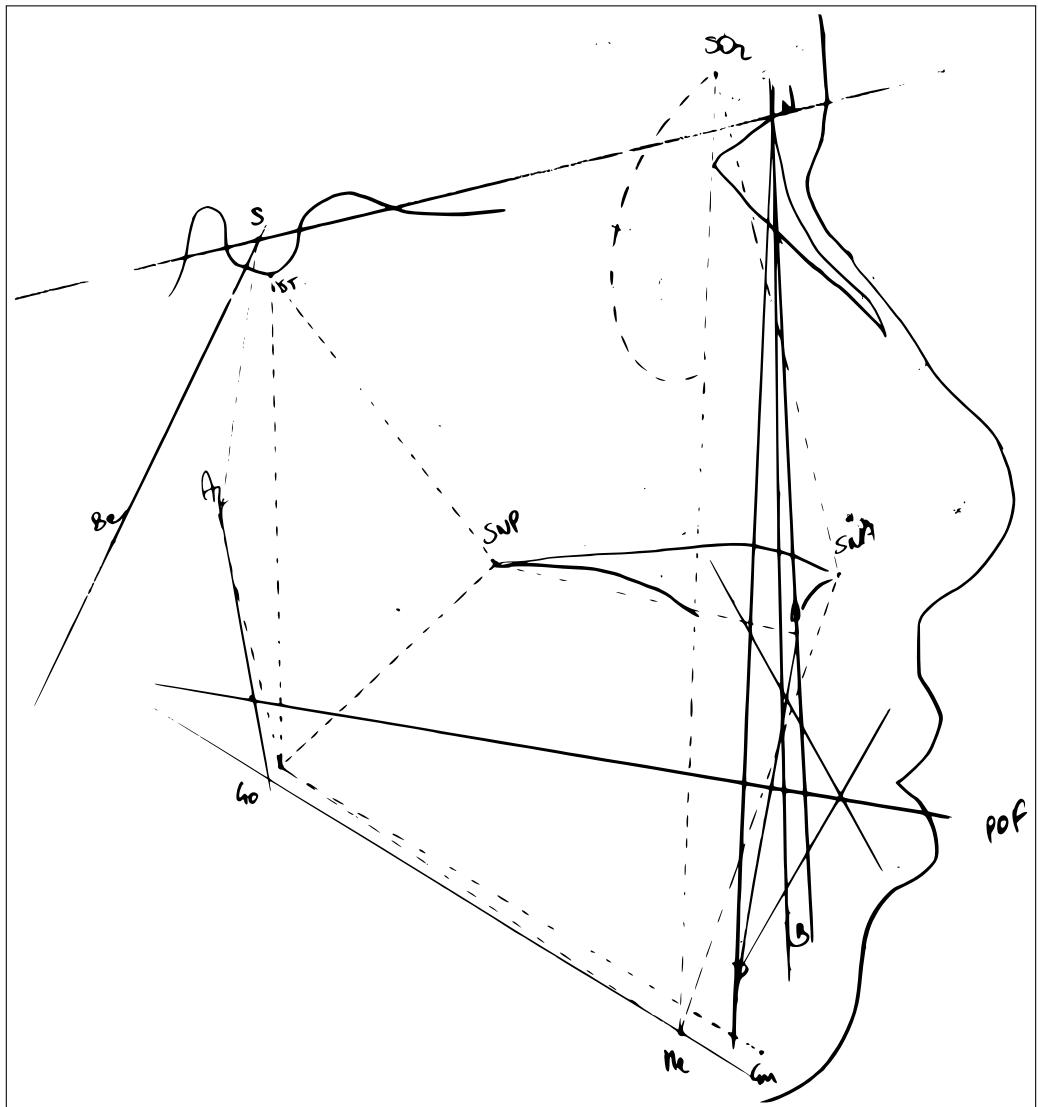




**Fig. A.75.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



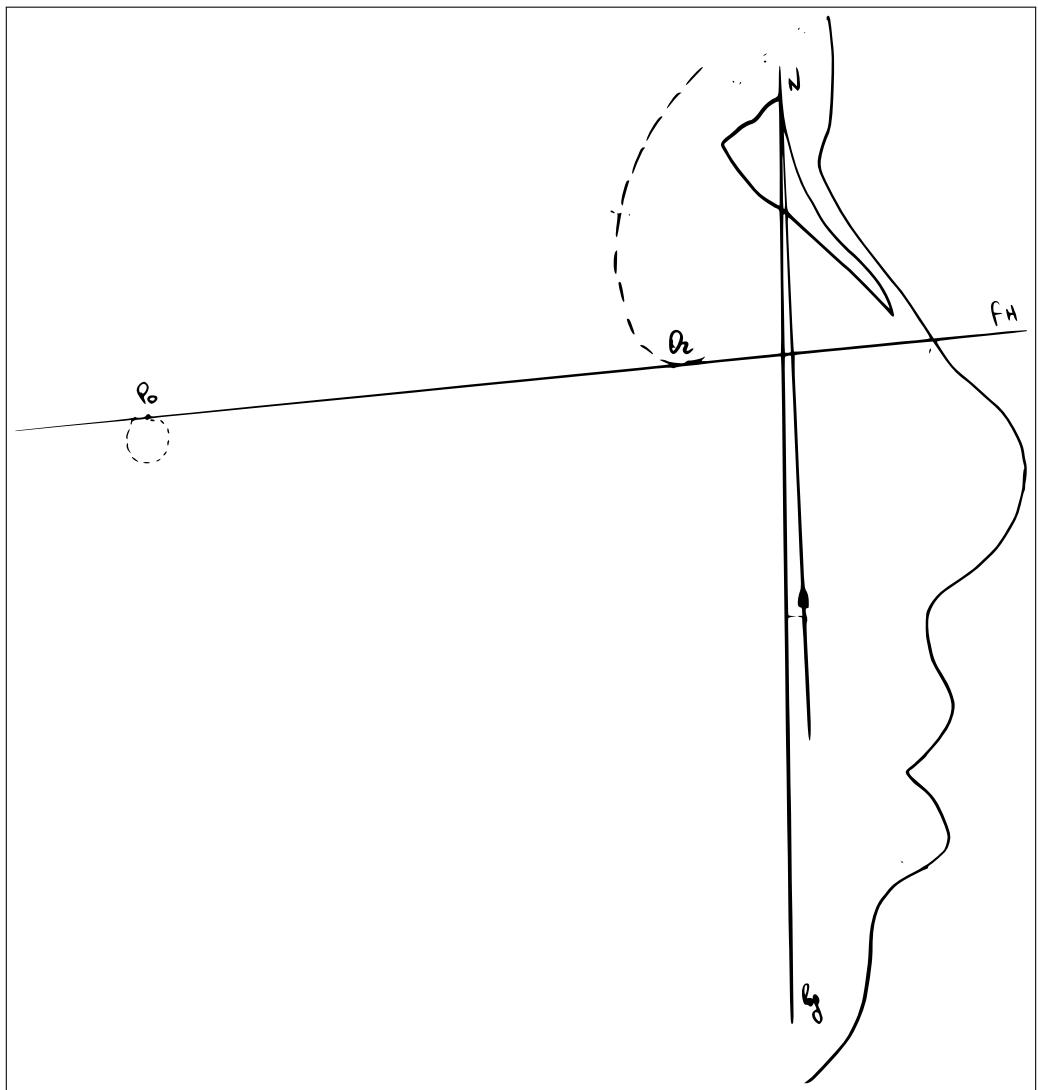
**Fig. A.76.: Analisi delle controparti di Enlow**



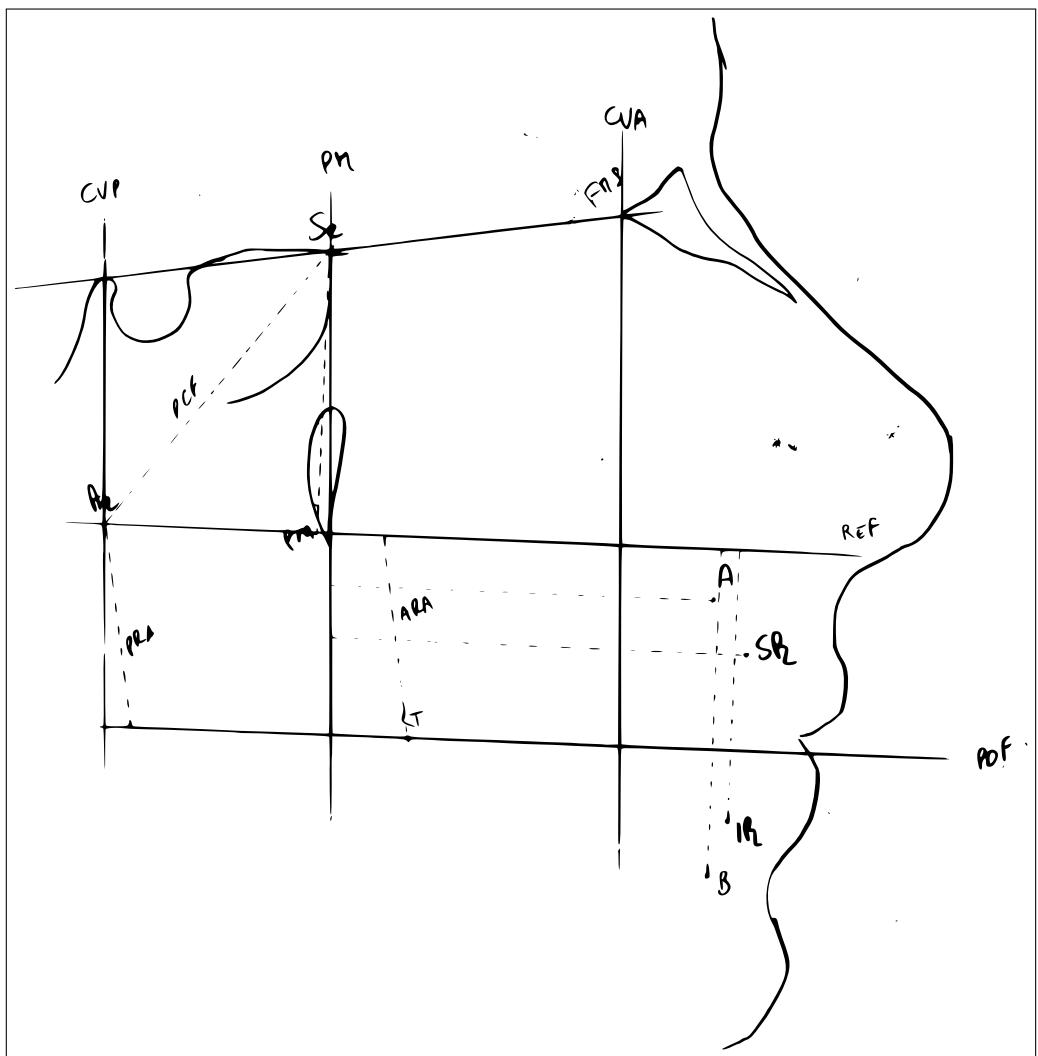
**Fig. A.77.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 27: GAPO2001, F, 9aa.**

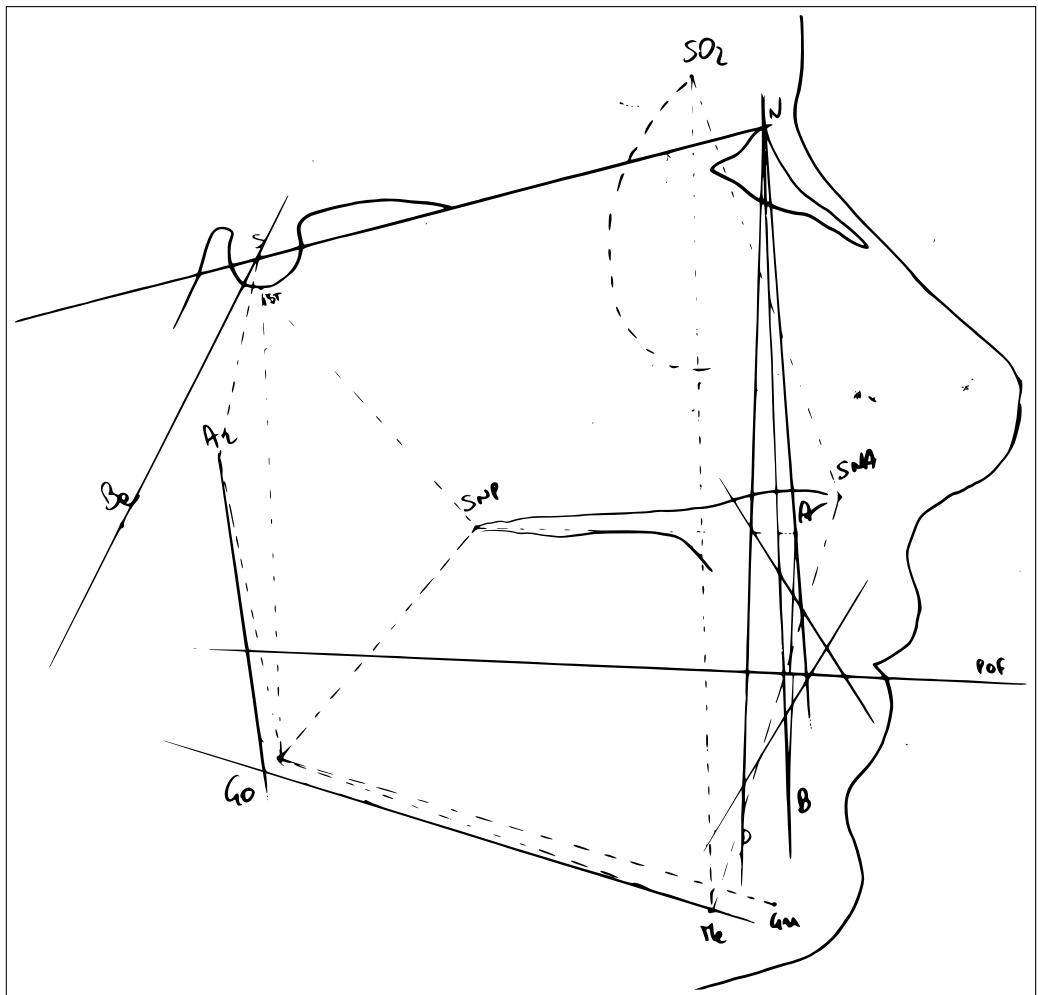




**Fig. A.78.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

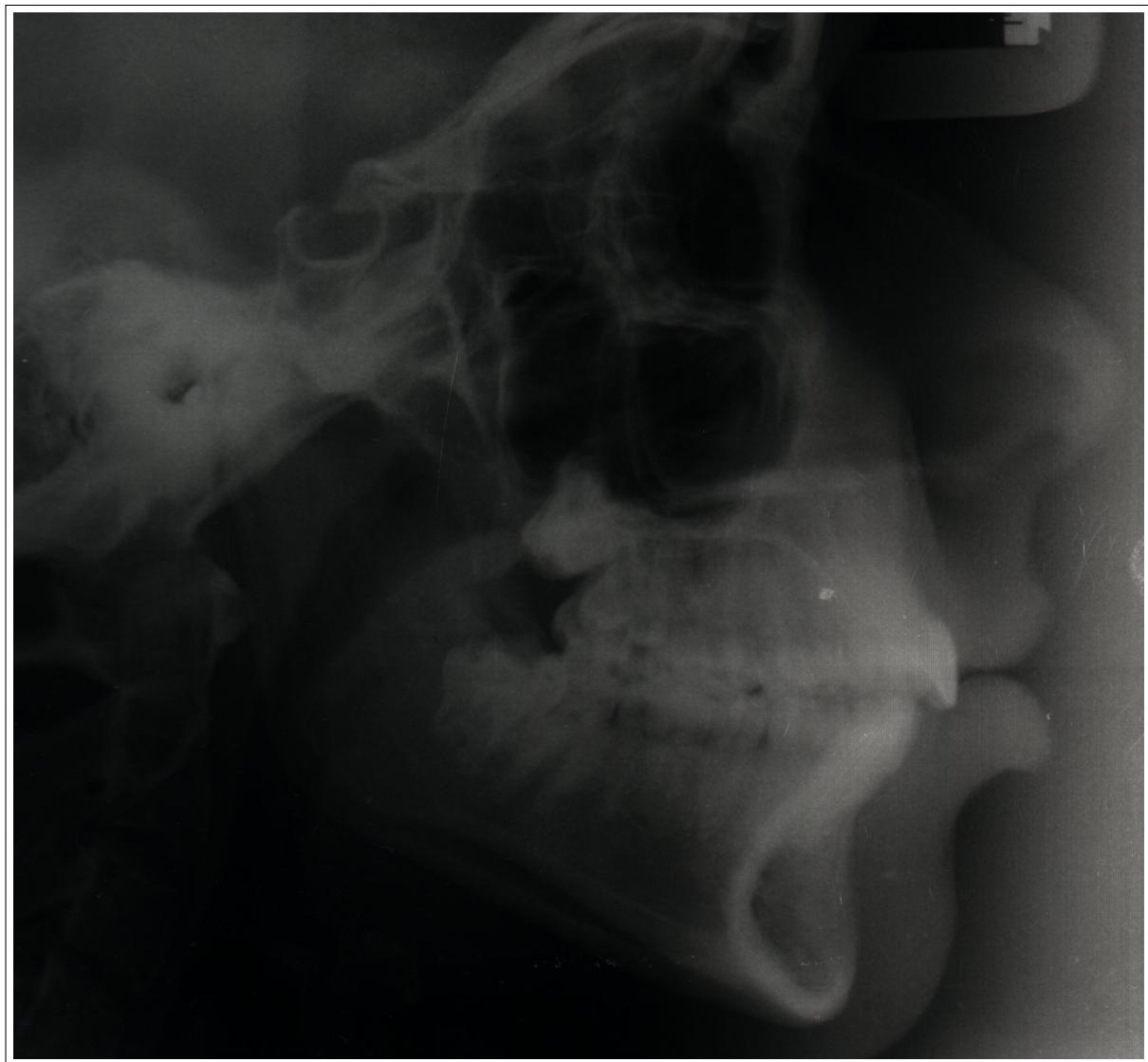


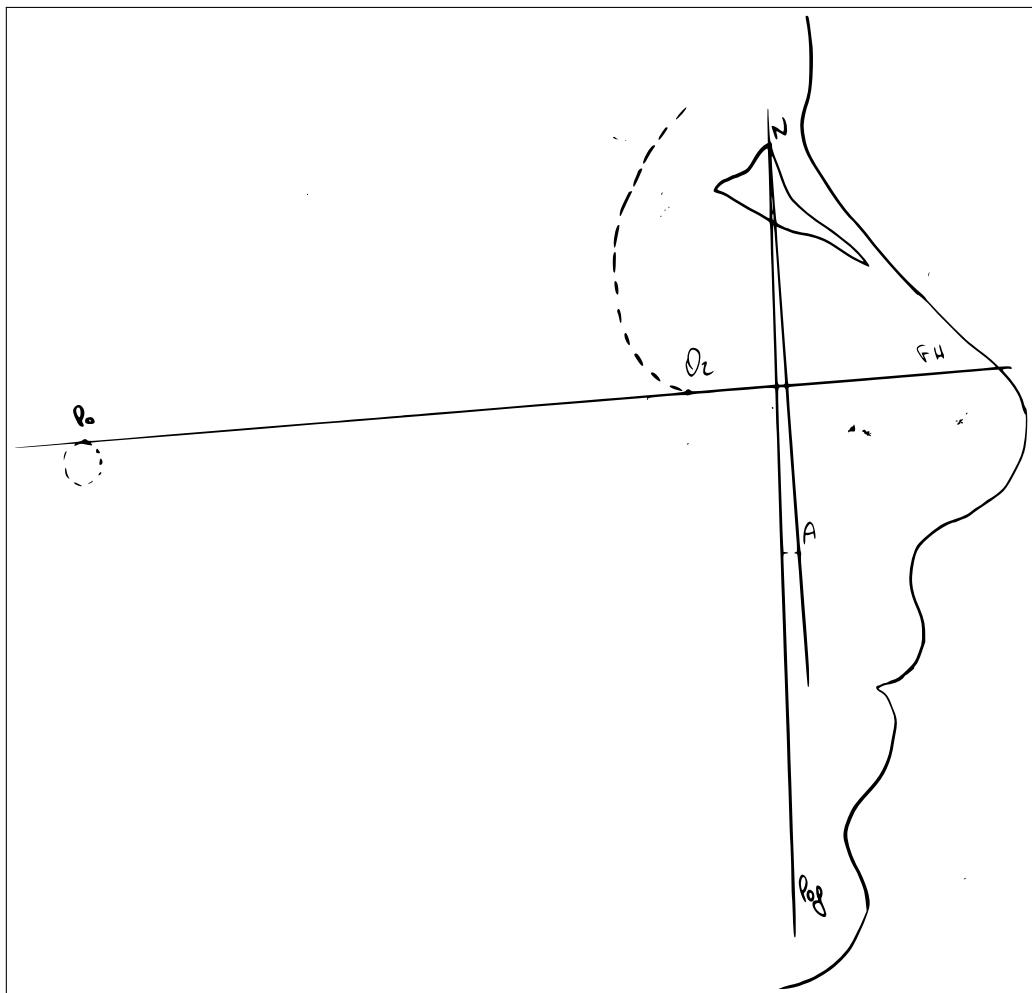
**Fig. A.79.: Analisi delle controparti di Enlow**



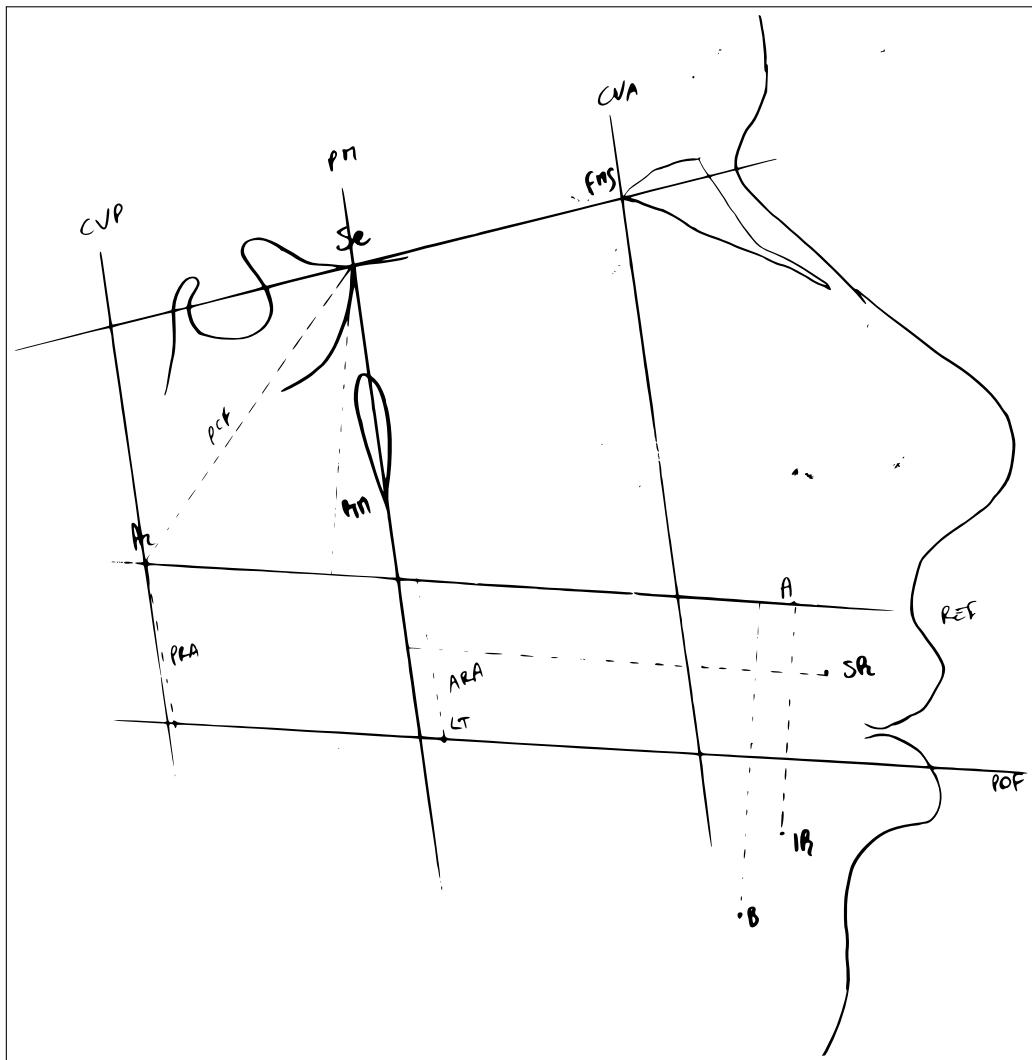
**Fig. A.80.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 28: ALELO1997, F, 13aa.**

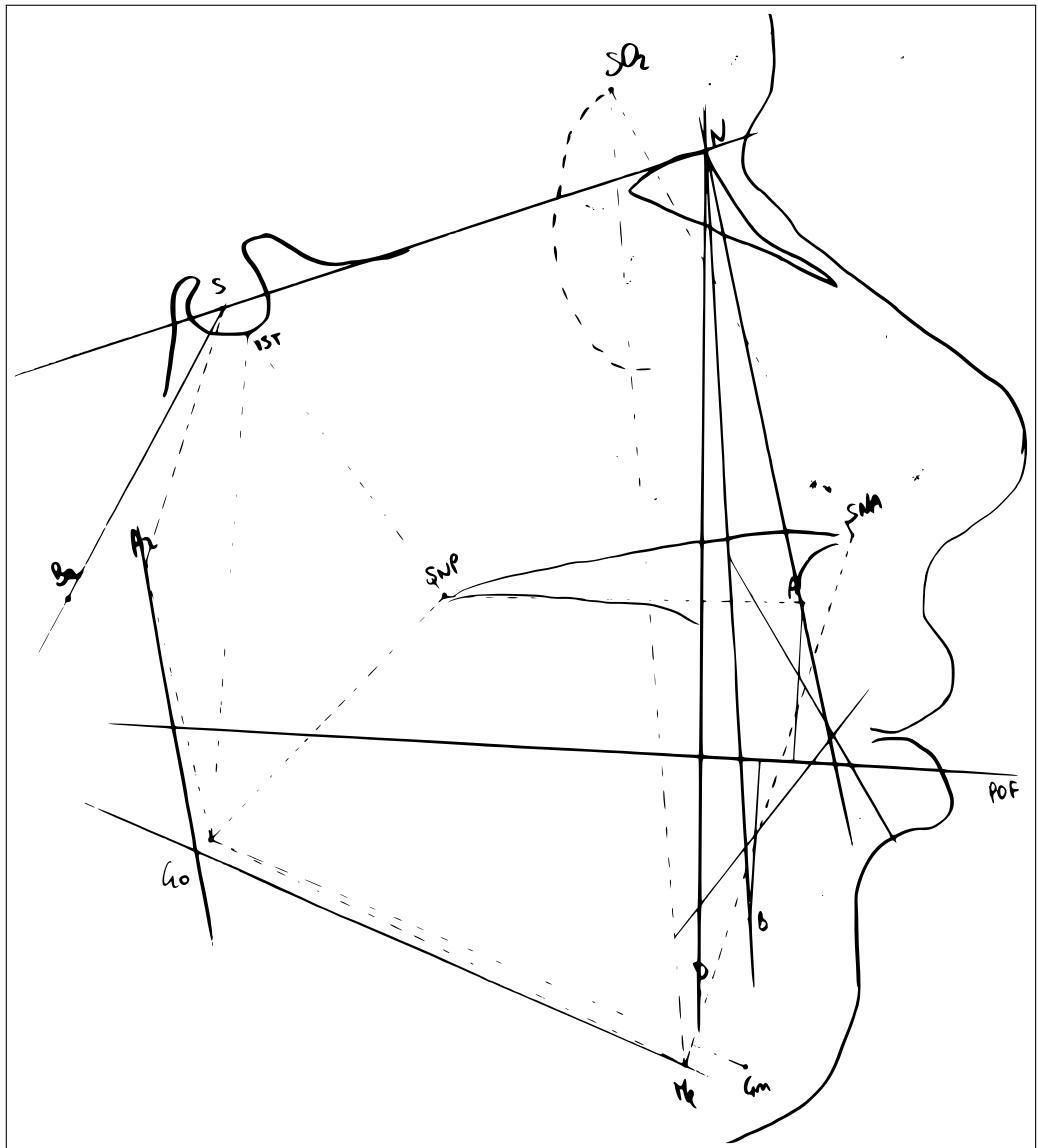




**Fig. A.81.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

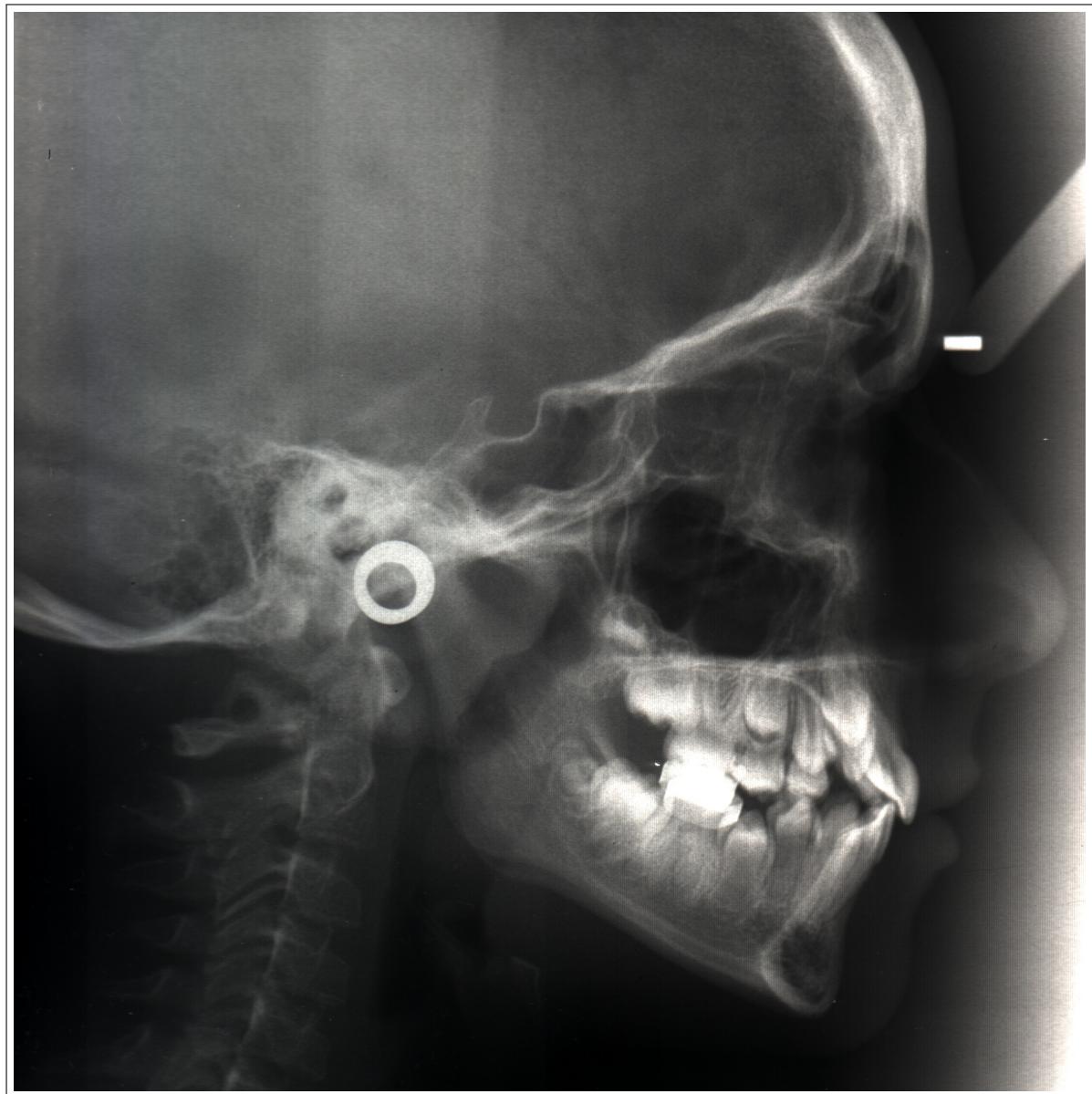


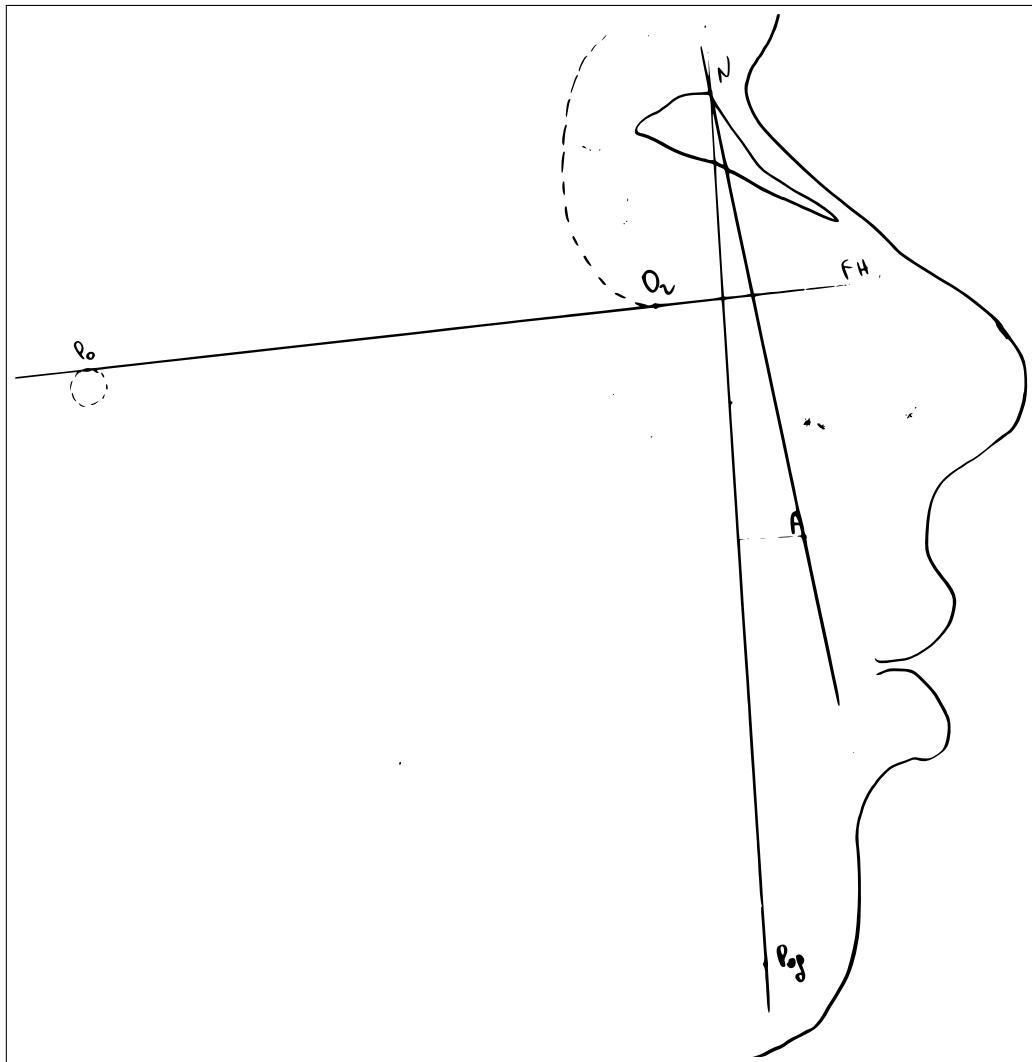
**Fig. A.82.: Analisi delle controparti di Enlow**



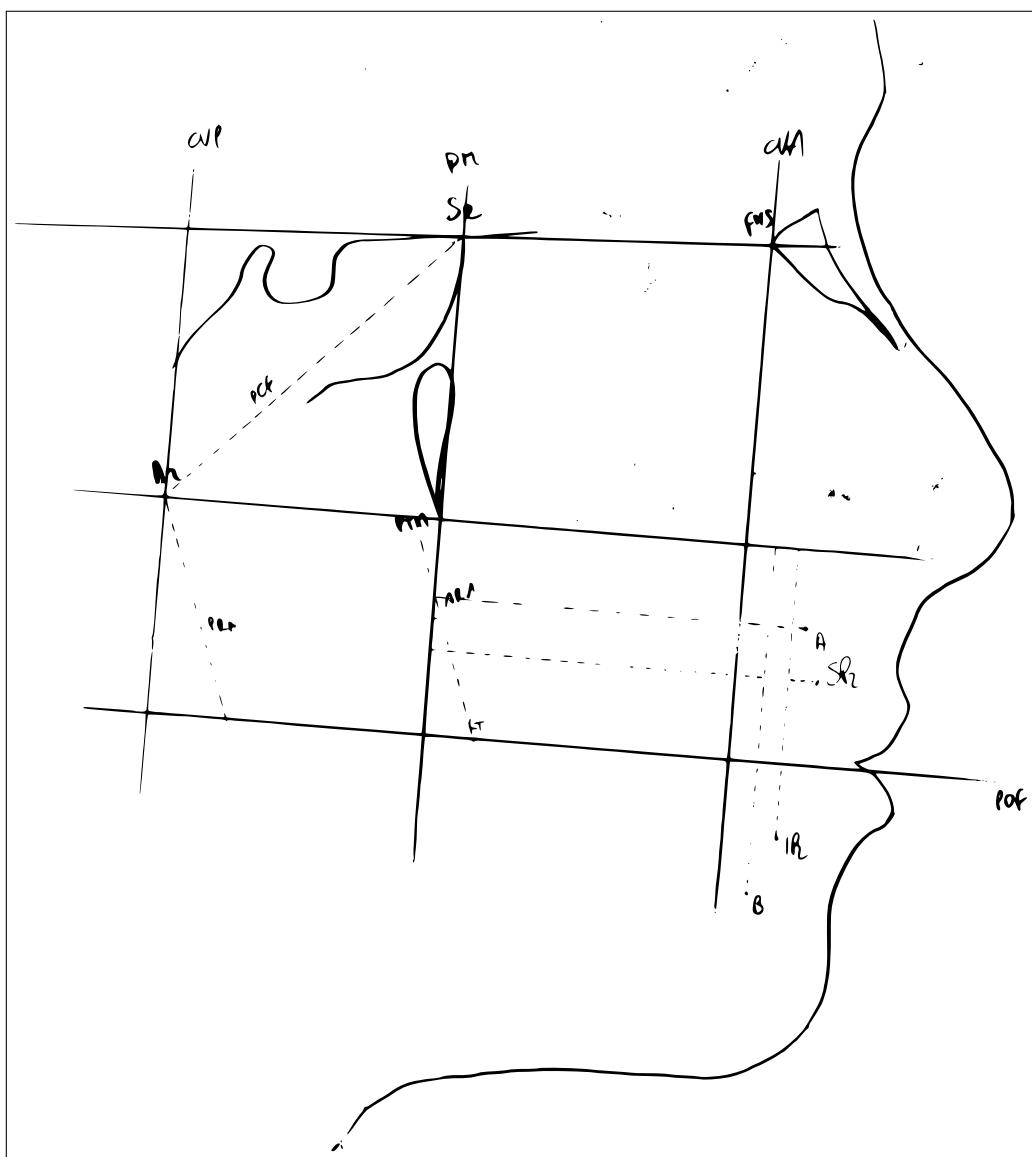
**Fig. A.83.:** Analisi di Giannì e indice Wits

**Paziente 29: CALU2002, F, 9aa.**

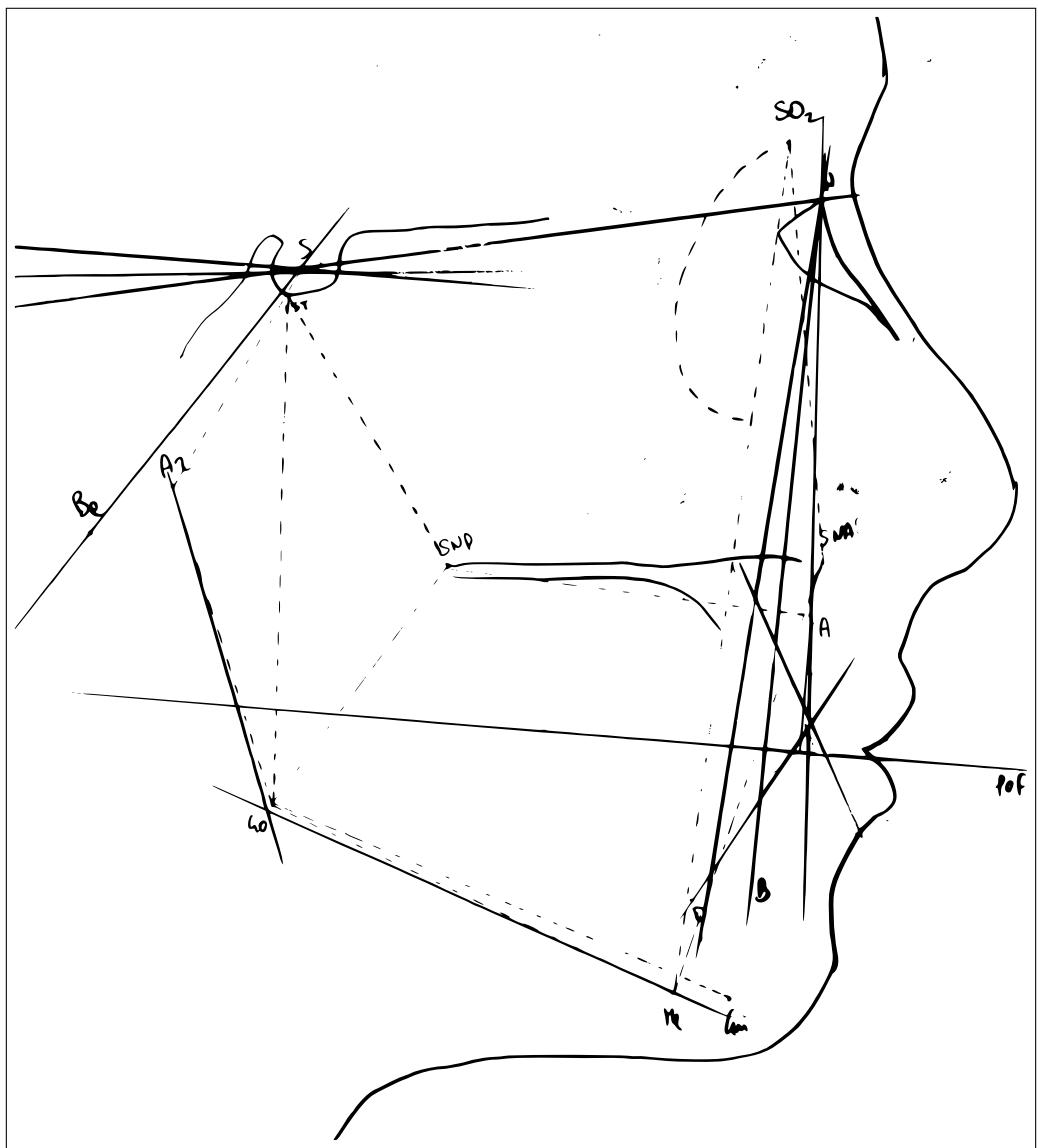




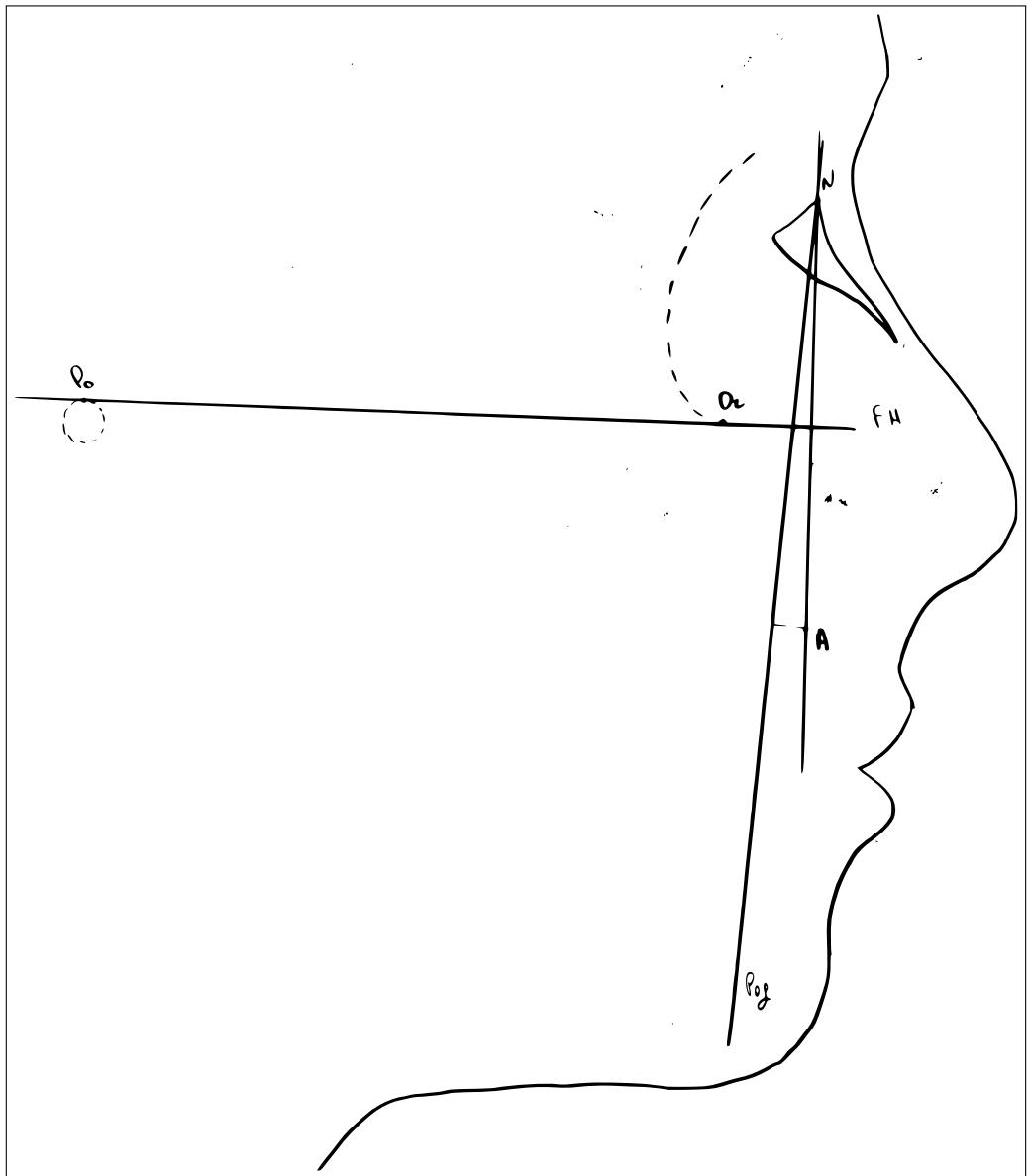
**Fig. A.84.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts



**Fig. A.85.: Analisi delle controparti di Enlow**



**Fig. A.86.:** Analisi di Giannì e indice Wits



**Fig. A.87.:** Analisi antero-posteriore di Ricketts

## **B. Misurazioni**

Verranno di seguito riportati i dati numerici delle analisi cefalometriche considerate nella discussione di questa tesi. Il campione totale è di 29 pazienti, con un'età media di  $11,29 \pm 3,10$  anni, composto da 10 pazienti di sesso maschile e 19 pazienti di sesso femminile. I pazienti erano tutti afferenti al reparto di Ortognatodonzia del Dipartimento di Scienze Stomatologiche “Giuseppe Messina” dell’Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico “Paolo Giaccone” di Palermo. I nomi dei pazienti sono stati codificati in modo da garantirne l’anonimato.

**Tabella B.1.:** Analisi delle controparti di Enlow

ID	Paziente	CVA	PM	CVP	PCF	PRA-ARA	A-PM	B $\perp$ REF-ARA	SPr-PM	IPr $\perp$ REF-ARA	Ang. base cranica
1	VAFE1997	70,1	63,1	58	20,5	30,5	51	48	54	51	37
2	DABA1994	66	58,5	52	34	31	52,5	48	56	49	35
3	MASCHI2000	72	69	65	35	38	50	50	54	54	45
4	ALELO1994	72	66	62	32	36	51	62	54	61	45
5	EMALO2001	59,5	55	50,5	25	26	43	42	45	44	37,5
6	MAMI2000	77	54	40	13	34	51	48	52	48,5	45
7	AHMO1996	82,5	71	61	26	35	51	51	53	53	38
8	RONA1997	78	68	59	29	35	49	53	52,5	54	42
9	CAQUA1998	70	60	51	29	38	56	50	62	54	43
10	MAZO1997	70	64	60	28	30	52	59	57	60	41
11	STEZO2001	69	56	46	25	31	46,5	50	49	51	49
12	SAGAFE2001	64	56	50	24	28	41	46	41,5	47	40
13	SATO2002	72	62	50,5	33,5	34,5	52	56	55	56	42
14	ALERI1999	70	60	51	30	36	56	49,5	59	50	42
15	ALEPO1997	66	61	56	35	33	52	50	54	51	43
16	SEMA2001	62	52	44	23	33	49	47	51	47	44
17	SOMA1996	68,5	63,5	59	22	39	50	51	53	53	45
18	TILO1999	65,5	65,5	66	32	36	51	52	56	55	44
19	ELITRI1998	79	76	72	30	41	53	53	57	55	39
20	SHATRI1996	80	71	62,5	29	31,5	48	56	51,5	59	39,5
21	SALA1993	83	78	74	28,5	25,5	53	45	58	51	36
22	FLOCUR1996	74,5	73,5	73	39	39	55	52	60	54	37,5
23	MARVOL1993	67	58	50,5	30	35	49	43	55,5	44	39
24	MAUZ1996	69	62	55,5	28	31,5	45	47	47,5	48	36
25	FARI1988	67,5	63	59	35	35	48	45	52	47	42
26	CHIPIN1996	79	67	58	22	32	51	49	54	53	31
27	GAPO2001	65	59	55	26	34	47	41	51	43,5	39
28	ALELO1997	77,5	66	55,5	25,5	37,5	55	47	58	51	43
29	CALU2002	70	68	66	37	34	50	49	52,5	52	44

**Tabella B.2.: Analisi cefalometrica (scheletrica, misure angolari) di Giannì**

ID	Paziente	SNA	SNB	ANB	Cr.spin.	Cr.occl.	Cr.mand.	Interm.	Occl.spin.	Occl.mand.	BaSN	Cr.sinf.
<b>1</b>	VAFE1997	80	72	8	13	26	35	22	13,5	9	133	70
<b>2</b>	DABA1994	74	68	8	14	23	37,5	24	9	14	137	69
<b>3</b>	MASCHI2000	80	73	7	10	21	38	27	11	16	138	70
<b>4</b>	ALELO1994	84	85	-1	6,5	15,5	22	16	9	7	131	83
<b>5</b>	EMALO2001	82	76,5	5,5	5	18	39	39	12	16	134	74,5
<b>6</b>	MAMI2000	78	72	6	11	32	42	31	21	10	133	68
<b>7</b>	AHMO1996	78	74	4	13	25	41	28	12	15	131	71
<b>8</b>	RONA1997	75	74	1	6	22	39	32	15,5	16	137	71
<b>9</b>	CAQUA1998	81	74	7	6	22	34	27	15	12	134	70
<b>10</b>	MAZO1997	81	80	1	9	16	35	26	6	19	132	76
<b>11</b>	STEZO2001	81	76	5	5	19	33	28	9	13	127	74
<b>12</b>	SAGAFE2001	75	74	1	12	22	41	29	10	19	136	70,5
<b>13</b>	SATO2002	78	74	4	15	25	36	21,5	10	11	140	72
<b>14</b>	ALERÀ1999	81	76	5	11	19	33	21	8	13	136	73
<b>15</b>	ALEPO1997	82	79	3	9	15	26	16	6	10	136	76
<b>16</b>	SEMA2001	79	76	3	10	24	36	25	14	12	137	72
<b>17</b>	SOMA1996	84	82	2	7	17	31	24	10	13,5	136	80
<b>18</b>	TILO1999	84	81	3	11	13	32	21	2	18,5	138	78
<b>19</b>	ELITRI1998	81	78	3	10	21	37	27	27	15,5	133	73
<b>20</b>	SHATRI1996	78	74	4	15	25	43	28	9,5	18	135	71
<b>21</b>	SALA1993	81	74,5	6,5	5	16	46	42	12	30	130	72,5
<b>22</b>	FLOCUR1996	79	76,5	2,5	9	14	33	24	5	19	137,5	74
<b>23</b>	MARVOL1993	80	75	5	9	20	36,5	27	11	17	137,5	73
<b>24</b>	MAUZ1996	78	74	4	6	20	30	24,5	14,5	10	132	71,5
<b>25</b>	FARI1988	75,5	71	3,5	6,5	15,5	30	23	9	14,5	136	68,5
<b>26</b>	CHIPIN1996	79	77	2	15	23	44,5	29	8	21	129	73,5
<b>27</b>	GAPO2001	79	77	2	9,5	17	31	21	7	14	132	73
<b>28</b>	ALELO1997	83	75	8	10	21	41,5	31,5	11	20	136	71
<b>29</b>	CALU2002	81	76	5	7	12	30,5	24	5	18	136	73

**Tabella B.3.: Analisi cefalometrica (scheletrica, misure lineari) di Giannì**

ID	Paziente	Sesso	Età	S-N	Go-Me	SNP-A	S-Ar	Ar-Go	SOr-SNA	SNA-ME	SOr-Me
<b>1</b>	VAFE1997	F	13	69	61,5	46	32	36	65	58	115
<b>2</b>	DABA1994	M	16	73	63	49	32	40	61	61	119,5
<b>3</b>	MASCHI2000	M	10	73	69	50	32	43	64	69	126
<b>4</b>	ALELO1994	M	16	74	72	49	36,5	54	61	66	124
<b>5</b>	EMALO2001	M	8	59	51,5	39	28	34	50,5	55	101
<b>6</b>	MAMI2000	F	9	67	57	45	33	38	60	68	120
<b>7</b>	AHMO1996	M	9	73	63	47	35	46	72	71	136
<b>8</b>	RONA1997	F	12	76	70	45	31,5	46,5	60,5	74	131
<b>9</b>	CAQUA1998	M	12	73	67	50,5	35	40	59	66,5	119
<b>10</b>	MAZO1997	F	13	73	68	49	32	44	62	67	125
<b>11</b>	STEZO2001	F	9	73	62	47	29	40	53	66	112,5
<b>12</b>	SAGAFE2001	M	7	62	57	38	27	34	50	56,5	103
<b>13</b>	SATO2002	M	9	71	67	47	33	47	66	66	128
<b>14</b>	ALERÀ1999	M	11	73	67	47	29	49	64	59	119
<b>15</b>	ALEPO1997	F	13	70	65	47	27	47	59	57	113
<b>16</b>	SEMA2001	F	9	64	60	41	30,5	36	58	55	110
<b>17</b>	SOMA1996	F	14	69	76	48	34	40	65	61	123
<b>18</b>	TILO1999	F	12	70	69	48	31,5	44	62	60,5	119
<b>19</b>	ELITRI1998	F	13	72	72	48	39	41	71	74	138
<b>20</b>	SHATRI1996	F	15	70	67	45	32	47,5	70	73	138
<b>21</b>	SALA1993	M	17	76	68	45,5	38	38	69,5	75	139
<b>22</b>	FLOCUR1996	F	14	74	64	50	37	48,5	63	67	127
<b>23</b>	MARVOL1993	F	13	66	65	38	30	35	57,5	58	110
<b>24</b>	MAUZ1996	F	8	66	55	40	31,5	42,5	58	60,5	112
<b>25</b>	FARI1988	F	20	74	66	39	35	42,5	59	68	121
<b>26</b>	CHIPIN1996	F	11	69	62	40	36	34	67	63	125
<b>27</b>	GAPO2001	F	9	68	59	41	27	39,5	58	56	109
<b>28</b>	ALELO1997	F	13	69	71	49	37	38,5	69	76	133
<b>29</b>	CALU2002	F	9	71	60	50	34,5	45,5	57,5	62	117,5

**Tabella B.4.: Analisi cefalometrica (dentale) di Giannì**

ID	Paziente	Occlusale-1	Inclinazione 1	Posizione 1	Occlusale-1	Inclinazione 1	Posizione 1	Interincisale
1	VAFE1997	48	26	4	71	27	7	118
2	DABA1994	54	29	6	72	19	4	126
3	MASCHI2000	54	24	5	76	30	8	119
4	ALELO1994	60	20	4	85	16	1	136
5	EMALO2001	63	17	4	77	31	5	127
6	MAMI2000	51	35	2	73	30	6	126
7	AHMO1996	60	17	3	72	27	4	132
8	RONA1997	54	29	8	77	19	4	131
9	CAQUA1998	43,5	38	10	65	30	7	110
10	MAZO1997	59	24	7	71	26,5	6	129
11	STEZO2001	55	24	6	66	29	6	121
12	SAGAFE2001	55	27	2	80	17	3	135
13	SATO2002	58	19	4	82	17	3	140
14	ALERI1999	48	31	7	76	20	4	123
15	ALEPO1997	70	12	3	71	25	2,5	139
16	SEMA2001	48	30	7	73	26	4	121
17	SOMA1996	57	22	5	82	17	4	139
18	TILO1999	60	22	7	59	36	7	119
19	ELITRI1998	56	22	6	68	31	7	124
20	SHATRI1996	57	19	4,5	73	26	7	131,5
21	SALA1993	60	22	7	65	26	10	125
22	FLOCUR1996	61	25	6	66	24	4	127
23	MARVOL1993	40	39	10	70	24	5	111,5
24	MAUZ1996	53	29	6	72	26	4	121,5
25	FARI1988	73	16	5,5	61	26	5	134
26	CHIPIN1996	52	26	5	70	31	8	122
27	GAPO2001	56	28	7	61	33	5	117
28	ALELO1997	57	18	4	55	41	10	112,5
29	CALU2002	62	25	4	61	28	6	122

**Tabella B.5.: Indice "Wits"**

ID	Paziente	$A_0 - B_0$
1	VAFE1997	2
2	DABA1994	6
3	MASCHI2000	3
4	ALELO1994	-8
5	EMALO2001	2
6	MAMI2000	-3,5
7	AHMO1996	-1,5
8	RONA1997	-4
9	CAQUA1998	3
10	MAZO1997	-4
11	STEZO2001	1
12	SAGAFE2001	-4,5
13	SATO2002	-2
14	ALERIA1999	2
15	ALEPO1997	1
16	SEMA2001	-2
17	SOMA1996	-4
18	TILO1999	-1
19	ELITRI1998	-3
20	SHATRI1996	-3
21	SALA1993	6,5
22	FLOCUR1996	4
23	MARVOL1993	1
24	MAUZ1996	1
25	FARI1988	6
26	CHIPIN1996	0
27	GAPO2001	-1
28	ALELO1997	4,5
29	CALU2002	5

**Tabella B.6.: Analisi antero-posteriore di Ricketts**

ID	Paziente	Età	Angolo facciale	Convessità facciale	<i>FH-NaA</i>
1	VAFE1997	13	87	8	95
2	DABA1994	16	82	3	85
3	MASCHI2000	10	87	7	93
4	ALELO1994	16	95	-4	91
5	EMALO2001	8	87	3	91
6	MAMI2000	9	81	6	86
7	AHMO1996	9	85	5	89
8	RONA1997	12	88,5	1	89
9	CAQUA1998	12	86,5	7	93
10	MAZO1997	13	89	1	90
11	STEZO2001	9	85	3,5	89
12	SAGAFE2001	7	88	0,5	88
13	SATO2002	9	88	3	91
14	ALERIA1999	11	84,5	5	89
15	ALEPO1997	13	91	2	93
16	SEMA2001	9	88	3	91
17	SOMA1996	14	91,5	-0,1	91
18	TILO1999	12	91	2	93
19	ELITRI1998	13	87	5	92
20	SHATRI1996	15	90	5	95
21	SALA1993	17	85	5,5	90
22	FLOCUR1996	14	85	2	87,5
23	MARVOL1993	13	89	4	94
24	MAUZ1996	8	85	2	87
25	FARI1988	20	85	3	88
26	CHIPIN1996	11	85	2	87
27	GAPO2001	9	87	2	89
28	ALELO1997	13	86	9	95
29	CALU2002	9	86	4,5	90

## C. Punti di repere cefalometrici

<b>Articolare di Björk</b>	Punto bilaterale di intersezione tra il bordo inferiore del massiccio sfeno-occipitale e la superficie posteriore dei condili. Non rappresenta una struttura ossea ma un'immagine radiografica di sovrapposizione tra due strutture ossee: si identifica con l'articolazione temporomandibolare dove il condilo emerge dalla cavità glenoidea.
<b>Basion</b>	Punto più basso sul margine anteriore del forame magno, alla base del <i>clivus</i> .
<b>Bolton</b>	Punto più alto della curvatura tra il condilo occipitale e la parte basilare dell'osso omonimo, localizzato al di dietro del condilo occipitale.
<b>Bo</b>	

<b>Bregma</b>	Punto sulla calotta cranica nel quale si incontrano la sutura coronale e la sutura sagittale.
<b>Br</b>	
<b>Contatto molare</b>	Punto bilaterale di contatto molare disto-occlusale delle cuspidi
<b>Cm</b>	dei primi molari permanenti.
<b>Contatto molare deciduo</b>	Punto bilaterale di contatto molare disto-occlusale delle cuspidi
<b>cm</b>	dei secondi molari decidui.
<b>Fessura pterigo-maxillare</b>	Punto alla base della fessura pterigo-maxillare, in cui si incontrano le pareti anteriore e posteriore.
<b>Ptm</b>	
<b>Fondo della sella</b>	Punto più inferiore del contorno della sella turcica.
<b>IST</b>	
<b>Fronto-mascellare</b>	Punto posteriore della sutura fronto-maxillare.
<b>FMS</b>	
<b>Menton</b>	Punto d'incontro tra la sifosi mentoniera e il corpo mandibolare.
<b>Me</b>	

**Nasion** Punto di intersezione anteriore tra l'osso frontale e quello nasale.

**N**

**Gnathion** Centro del contorno inferiore del mento.

**Gn**

**Gonion** Punto bilaterale di costruzione geometrica dall'intersezione di due

**Go** rette: una passante dal Menton al punto più basso del margine postero-inferiore della mandibola, l'altra dal punto Articolare al punto più sporgente del margine posteriore del ramo della mandibola.

**Orbiton** Punto più inferiore del margine dell'orbita oculare.

**Or**

**Pogonion** Punto più prominente della curva anteriore della sinfisi

**Pog** mentoniera.

**Porion** Punto più superiore del meato acustico esterno.

**Po**

<b>Processo clinoideo</b>	Apice del processo clinoideo della sella turcica.
<b>Clp</b>	
<b>Prosthion inferiore</b>	Punto mediano più sporgente del processo alveolare della mandibola, tra gli incisivi centrali inferiori.
<b>IPr</b>	
<b>Prosthion superiore</b>	Punto mediano più sporgente del processo alveolare del mascellare, tra gli incisivi centrali superiori.
<b>SPr</b>	
<b>Pterigoideo</b>	Punto più superiore della fessura pterigo-maxillare.
<b>Pts</b>	
<b>Sella</b>	Centro geometrico della sella turcica.
<b>S</b>	
<b>Sfeno-etmoidale</b>	Punto d'intersezione tra la base cranica anteriore e le grandi ali dello sfenoide.
<b>Se</b>	

<b>Sopramentale di Downs</b>	Punto mediano più retruso della concavità anteriore della mandibola, tra il processo alveolare e la prominenza sifisaria anteriore.
<b>B</b>	
<b>Sottospinale di Downs</b>	Punto mediano più retruso della concavità anteriore del mascellare, tra la spina nasale anteriore e il processo alveolare.
<b>A</b>	
<b>Sopraorbitario</b>	Punto d'incontro del tetto dell'orbita con il margine esterno dell'orbita stessa.
<b>SO<sub>r</sub></b>	
<b>Spina nasale anteriore</b>	Punto più anteriore della spina nasale anteriore.
<b>SNA</b>	
<b>Spina nasale posteriore</b>	Punto più posteriore sul palato osseo.
<b>SNP</b>	
<b>Temporo-condilare</b>	Punto più inferiore della superficie postero-inferiore del tubercolo articolare dell'osso temporale.
<b>CT</b>	

**Tuberosità linguale** Punto bilaterale ottenuto dall'intersezione del piano occlusale con il margine anteriore del ramo mandibolare; rappresenta l'abitacolo per l'ultimo molare (primo, secondo o terzo molare a seconda della fase di maturazione della dentatura).

## D. Ringraziamenti

A conclusione di questo lavoro, vorrei ringraziare tutti coloro che hanno reso possibile la sua realizzazione.

Il dottor Maurizio Lotti, del reparto di Ortognatodonzia del Dipartimento di Scienze Stomatologiche “Giuseppe Messina” dell’Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico “Paolo Giaccone” di Palermo, che mi ha aiutato nella stesura della tesi: grazie alla sua grande competenza e, soprattutto, disponibilità.

I miei genitori, che hanno reso possibile il mio percorso in questo Corso di Laurea con i loro sacrifici e la loro pazienza.

Donald Knuth e Leslie Lamport, per aver creato strumenti potenti come T<sub>E</sub>X e L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Senza loro e le loro creazioni, probabilmente questo lavoro sarebbe risultato *molto* diverso da com’è adesso.

Il G<sub>I</sub>Ir<sup>31</sup> (Gruppo Utilizzatori Italiani di T<sub>E</sub>X), che più volte ha dipanato dubbi, e offerto soluzioni, riguardo i precedenti strumenti: grazie!

---

<sup>31</sup><http://www.guitex.org>

# Bibliografia

- Andresen, V. "Normbegriff und Optimumsbegriff". *Fortsch Orthod* 1 (1931), pp. 276–86.
- Andresen, V. "The individual gnathological optimum". *Acta Odontol Scand* 6.1 (gen. 1944), pp. 1–6. DOI: [10.3109/00016354409062493](https://doi.org/10.3109/00016354409062493).
- Angle, E. H. "Classification of malocclusion". *Dental Cosmos* 41 (1899), pp. 248–64.
- Antonini, A., M. Vichi e C. Montigiani. "Considerazioni sull'analisi proporzionale di Coben". *Mondo Ortod* 11.6 (1986), pp. 23–29.
- Björk, A. "The face in profile". *Svensk Tandläk Tidskr* 40 (1947), pp. 55–66.
- Broadbent, B. H. "A new x-ray technique and its application to orthodontia". *Angle Orthod* 1.2 (1931), pp. 45–47.
- Broadbent, B. H. "The face of the normal child". *Angle Orthod* 7.4 (1937), pp. 209–33.

- Brodie, A. G. "Behavior of normal and abnormal facial growth patterns". *Am J Orthod Oral Surg* 27.11 (1941), pp. 633–47. DOI: 10.1016/S0096-6347(41)90225-9.
- Brodie, A. G. "Facial patterns: a theme on variation". *Angle Orthod* 16 (1946), pp. 75–87.
- Coben, E. S. "Basion horizontal coordinate tracing film". *J Clin Orthod* 13.9 (1979), pp. 598–605.
- Coben, E. S. "Method for cephalometric quantitation and expression of growth". Brev. U.S. 4528627. Lug. 1985.
- Coster, L. de. "The network method of orthodontic diagnosis". *Angle Orthod* 9 (1939), pp. 3–29.
- Cozza, P. e M. Mucedero. *Sviluppo e crescita cranio-facciale*. Società Editrice Universo, 2006. ISBN: 8889548258.
- Cudia, G. e C. Michelizzi. "Le predisposizioni della base del cranio nella analisi di Delaire". *Mondo Ortod* 16.3 (1991), pp. 337–41.
- Delaire, J., S. A. Schendel e J. F. Tulasne. "An architectural and structural craniofacial analysis: A new lateral cephalometric analysis". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 52.3 (set. 1981), pp. 226–38.
- Downs, W. B. "Analysis of the dentofacial profile". *Angle Orthod* 16.4 (ott. 1956), pp. 191–212.

Enlow, D. H. *Crescita cranio facciale - Manuale atlante*. Editrice Cides Odonto, 1986.

Giannì, E. *La Nuova Ortognatodonzia*. Vol. 1. Piccin, 1980. ISBN: 88-299-0487-2.

Hellman, N. "The face in its developmental career". *Dent Cosm* 77 (1935), pp. 1–25.

Holdaway, R. A. "Changes in relationship of points A and B during orthodontic treatment". *Am J Orthod* 42 (1956), p. 176.

Iversen, E. e Y. Shibata. *Canon and Proportions in Egyptian Art*. 2<sup>a</sup> ed. Aris e Phillips, 1975.

Izard, G. *La Practique Stomatologie VII; Orthodontie*. Masson et Cie, 1943, pp. 195–197.

Jacobson, A. "The Wits appraisal of jaw disharmony". *Am J Orthod* 67.2 (feb. 1975), pp. 125–38.

Korkhaus, G. "Bruhn C. Handbuch der Zahnheilkunde". Verlag von JF Bergmann, 1939.

Cap. Gebiss- Kiefer- und Gesichtsorthopädie.

Landis, R. J. e G. G. Koch. "The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data". *Biometrics* 33.1 (mar. 1977), pp. 159–74.

Lucchese, F. P. *Guida allo studio del metodo di analisi cefalometrica di R.M. Ricketts e del V.T.O.* G. Saccardin - A. Martina, 1988.

Manetti, V. "Presentazione del trattamento ortodontico-chirurgico di casi di Classe III (Verifica secondo Coben)". *Mondo Ortod* 9.2 (mar. 1984), pp. 63–84.

Moss, M. L. e L. Salentijn. “The primary role of functional matrices in facial growth”.

*Am J Orthod* 55.6 (giu. 1969), pp. 566–77. DOI: 10.1016/0002-9416(69)90034-7.

Moss, M. L. e R. W. Young. “A functional approach to craniology”. *Am J Phys Anthropol*

18 (dic. 1960), pp. 281–92. DOI: 10.1016/0002-9416(61)90166-X.

Müller, H. W. “Der vermessene Mensch-Anthropometrie in Kunst und Wissenschaft”.

Heinz Moos Verlag, 1973. Cap. Der Kanon in der ägyptischen Kunst, pp. 9–31.

Müller, L. “Evaluation esthétique du profil cutané”. *Orth Franc* 40 (1969), pp. 197–241.

Pacioli, L. *De Divina proportione*. 1509.

Panofsky, E. *Meaning in the Visual Arts*. The Overlook Press, 1974, pp. 61–65, 103–105.

Petrovic, A. “Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating occlusion. Cybernetic model.” *Trans Eur Orthod Soc* 50 (1974), pp. 69–75.

Petrovic, A., J. Stutzmann e N. Gasson. “The final length of the mandible: is it genetically determined?” *Craniofacial Biology* 10 (1981), pp. 105–26.

Ricketts, R. M. “A foundation for cephalometric communication”. *Am J Orthod* 46 (1960), p. 330.

Ricketts, R. M. “Cephalometric Analysis and Synthesis”. *Angle Orthod* 31.3 (lug. 1961), pp. 141–56.

- Ricketts, R. M. "Cephalometric synthesis". *Am J Orthod* 46.9 (1960), pp. 647–73.
- Ricketts, R. M. "Divine proportion in facial esthetics". *Clin Plast Surg* 9 (1982), pp. 401–22.
- Ricketts, R. M. "The biologic significance of the divine proportion and Fibonacci series". *Am J Orthod* 81 (1982), pp. 351–70. DOI: 10.1016/0002-9416(82)90073-2.
- Sassouni, V. "A classification of skeletal facial types". *Am J Orthod* 55 (1969), pp. 109–23. DOI: 10.1016/0002-9416(69)90122-5.
- Sassouni, V. "A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationships". *Am J Orthod* 41 (1955), pp. 735–64. DOI: 10.1016/0002-9416(55)90171-8.
- Schäfer, H. *Von ägyptischer Kunst*. 4<sup>a</sup> ed. Otto Harrassowitz, 1963.
- Scott, J. H. *Dentofacial development and growth*. Elsevier, 1967. ISBN: 0080124739.
- Steiner, C. C. "Cephalometrics for you and me". *Am J Orthod* 39.10 (ott. 1953), pp. 729–55. DOI: 10.1016/0002-9416(53)90082-7.
- Steiner, C. C. "Cephalometrics in clinical practice". *Am J Orthod* 29 (1959), p. 8.
- Steiner, C. C. "The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment". *Am J Orthod* 46.10 (ott. 1960), pp. 721–35. DOI: 10.1016/0002-9416(60)90145-7.

Tollaro, I. "Analisi cefalometrica delle controparti di Enlow: contributo personale e osservazioni critiche". *Mondo Ortod* 6.2 (mar. 1981), pp. 18–29.

Veltri, N. *Diagnosi cefalometrica secondo Ricketts*. Piccin-Nuova Libreria, 2005. ISBN: 8829917869.

Vorhies, J. M. e J. W. Adams. "Polygonic interpretation of cephalometric findings". *Angle Orthod* 21 (1951), p. 194.

Weinmann, J. P. e H. Sicher. "Bone and bones. Fundamentals of bone biology." *Am J Orthod* 42.5 (mag. 1956), pp. 394–5. DOI: 10.1016/0096-6347(47)90310-4.

Welcker, H. "Kraniologische Mitteilungen". *Arch Anthropol* 1 (1866), p. 89.