

Presentaciones 2

El tema de la segunda ronda de presentaciones es: “El Futuro de la Cosmología Observacional”. Cada uno tendrá que escoger uno de los siguientes observatorios del futuro. Temas a incluir en la charla:

- La motivación, en términos de cosmología observacional, para desarrollar tal experimento, incluyendo el estado actual de las observaciones (y potencialmente las teorías) relevantes.
- El diseño del experimento: instrumentos, ubicación, calendario, etc, incluyendo comparación con experimentos actuales.
- Detallar los principales objetivos cosmológicos y las expectativas, además de una reseña de otros objetivos.
- Sinergias con experimentos contemporáneos a ellos.

Temas a elegir

Los temas a tratar en estas presentaciones son:

- Óptico: [LSST](#)
- CMB: [CMB-S4](#)
- Radio: [Square Kilometer Array](#)

Dado que estas presentaciones son más amplias que un solo artículo, cada presentación deberá durar entre 30 y 35 minutos, con 15-20 minutos para preguntas.

Unidad III.

Estructura a gran escala

Parte 7: Efectos sistemáticos en lentes gravitacionales débiles

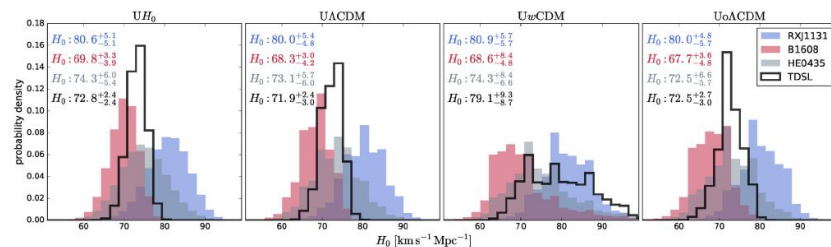
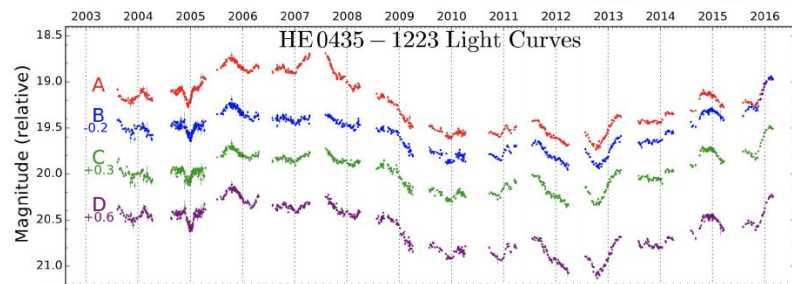
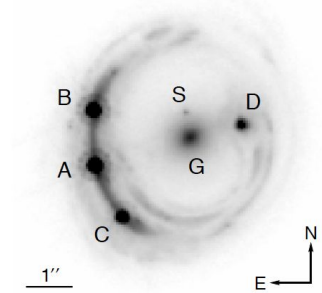
Recordatorio...

Cosmografía con lentes fuertes

Mediciones de lentes fuertes permiten medir la constante de Hubble a partir del desfase temporal en imágenes de fuentes variables.

La principal incerteza es la distribución de masa del lente, por lo que se usan lentes (ópticamente) simples, compuestas de nada más que una galaxia central.

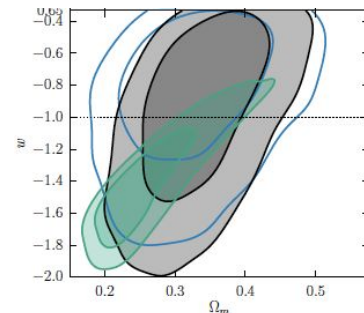
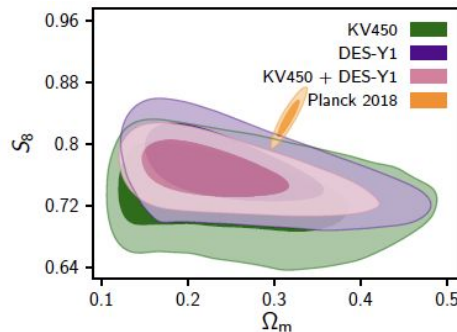
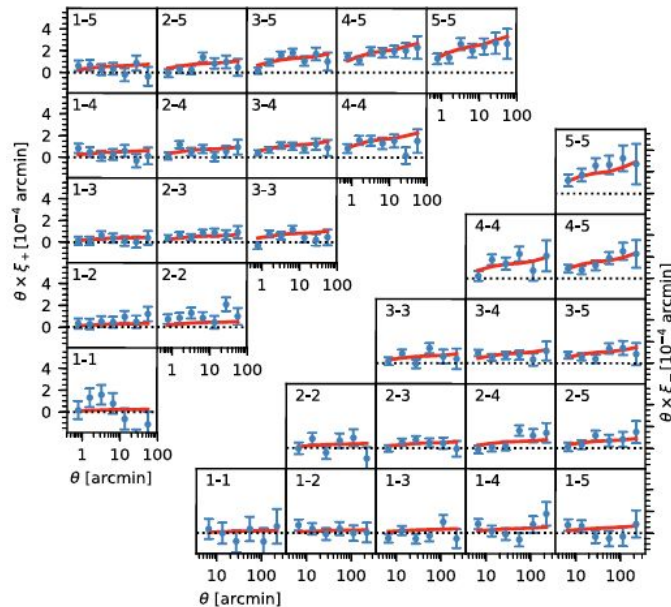
Estos resultados también están sujetos a la degeneración de masa laminar, aunque ésta se puede alivianar con mediciones independientes de la masa (con dispersión de velocidades) o usando múltiples sistemas.



Cosmología con lentes débiles

Se mide la correlación entre las orientaciones de galaxias, que permite calcular la función de correlación de la convergencia, para compararla con predicciones del espectro de potencias de materia.

Así como los cúmulos, las mediciones de lente débil son más sensibles a la proyección $S_8 \equiv \sigma_8 (\Omega_m/0.3)^{0.5}$. La dependencia temporal de la función de correlación es sensible a la ecuación de estado de la energía oscura.



Sigamos!

Efectos sistemáticos en lentes débiles

Antes de revisar los experimentos actuales y futuros de energía oscura (salvo LSST, que lo veremos en una presentación), veamos las principales fuentes de errores sistemáticos en mediciones de lentes gravitacionales débiles. Éstos han guiado la construcción de los experimentos actuales, así como lo hacen para los futuros.

Estos efectos se dividen en efectos instrumentales y efectos astrofísicos:

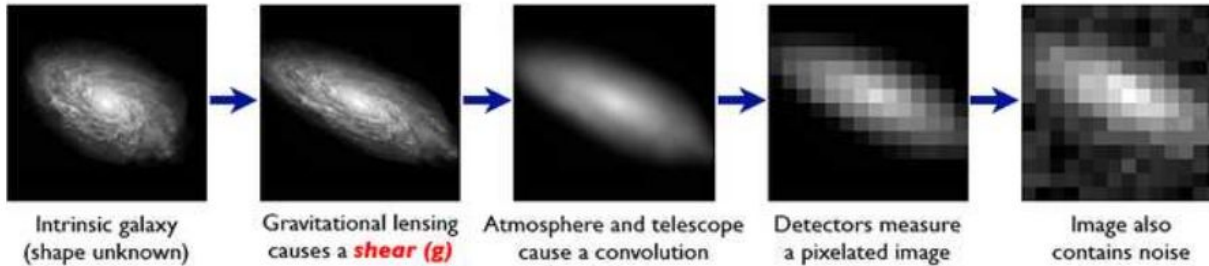
Instrumentales	Astrofísicos
<ul style="list-style-type: none">• Mediciones de elipticidad de galaxias	<ul style="list-style-type: none">• Redshifts fotométricos• Alineamientos intrínsecos• Física bariónica

Medición de elipticidades

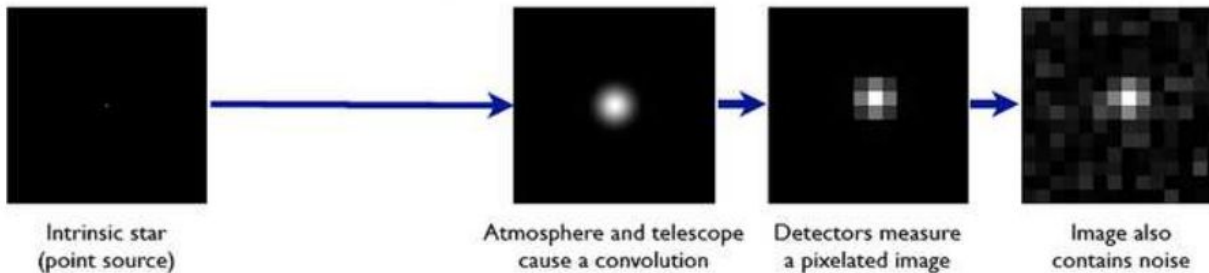
El problema:

The Forward Process.

Galaxies: Intrinsic galaxy shapes to measured image:

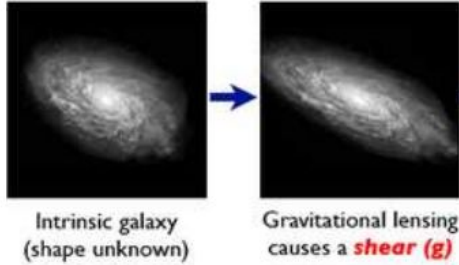


Stars: Point sources to star images:

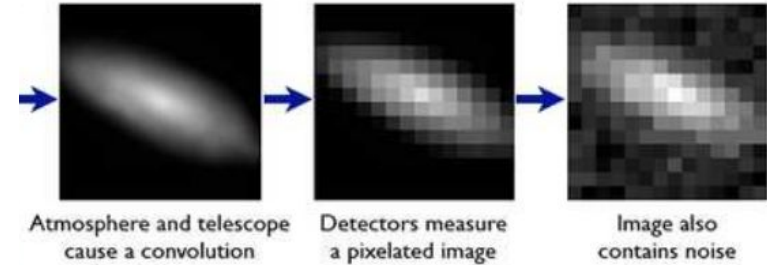


Bridle et al. (2009)

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon^s + g}{1 + g^* \varepsilon^s} \approx \varepsilon^s + \gamma$$



$$\gamma_{\text{obs}} = (1 + m)\gamma_{\text{true}} + c$$



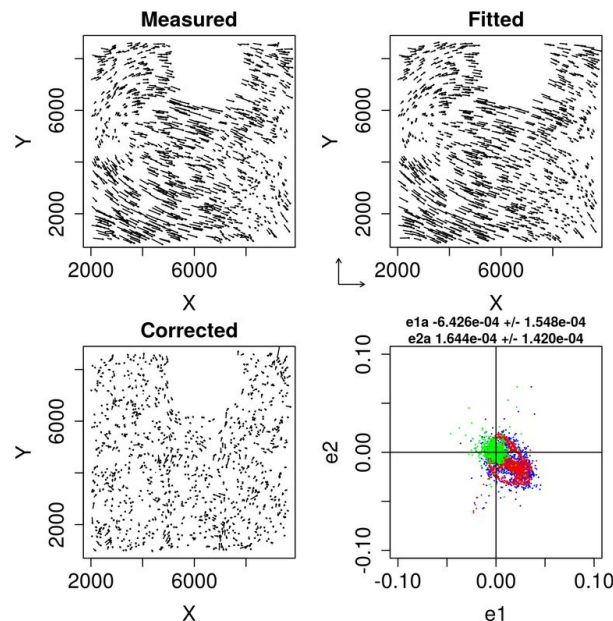
Los efectos dominantes son:

- La **función de esparcimiento de un punto** (point spread function, **PSF**) es la forma con la que se observa una fuente puntual en una ubicación particular de una imagen, y produce un efecto *aditivo* en la medición de aberración (*shear*).
- El ruido estadístico de la imagen causa un sesgo en la determinación de la orientación de una galaxia de baja señal-a-ruido (~ 10), conocido como **sesgo de ruido** (noise bias). Esto tiene un efecto *multiplicativo* en la medición de aberración.
- Además, algunos métodos asumen un modelo para las galaxias, que permite suprimir en cierta medida los errores anteriores, pero podría introducir un **sesgo de modelo**, que se acopla al sesgo de ruido.

Anisotropías en la PSF

Las estrellas son fuentes intrínsecamente puntuales, por lo que pueden usarse para medir distorsiones instrumentales en las imágenes de los objetos observados. Estas distorsiones pueden introducir (además de ruido) una dirección preferente en la orientación de las galaxias, lo que evidentemente afecta el análisis.

La columna de la izquierda muestra el campo de elipticidades de estrellas en una observación, tal como se observó (arriba) y luego de corregir por estos patrones (abajo). Abajo a la derecha se muestran los valores de las componentes de elipticidad de las estrellas en esta observación, pre- y post-corrección por anisotropía. Dependiendo del instrumento, este efecto puede ser muy importante.

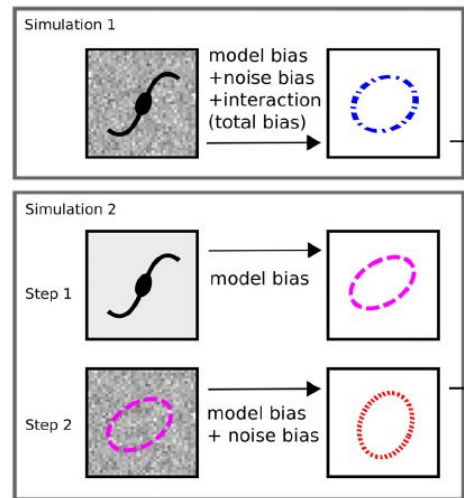


Sesgos de modelo y de ruido

Estos dos efectos son multiplicativos en la aberración ya que dependen de la elipticidad de la galaxia.

- **Sesgo de modelo** se refiere al sesgo introducido por utilizar un modelo incorrecto (en la práctica, insuficiente) de la galaxia
- **Sesgo de ruido** es el efecto producido por el ruido estadístico en la imagen, que tiende a producir mediciones de elipticidad menores que las reales.

Estos efectos no dependen del instrumento sino del método de medición, y se corrige típicamente usando imágenes simuladas. Los métodos más avanzados son capaces de calibrar estos efectos al vuelo, es decir al mismo tiempo que se hacen las mediciones (Sheldon & Huff 2017).

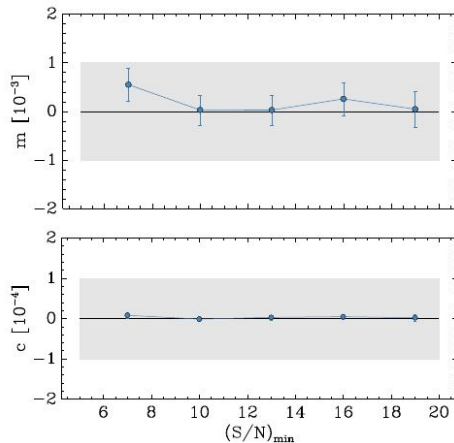


Kacprzak et al. (2014)

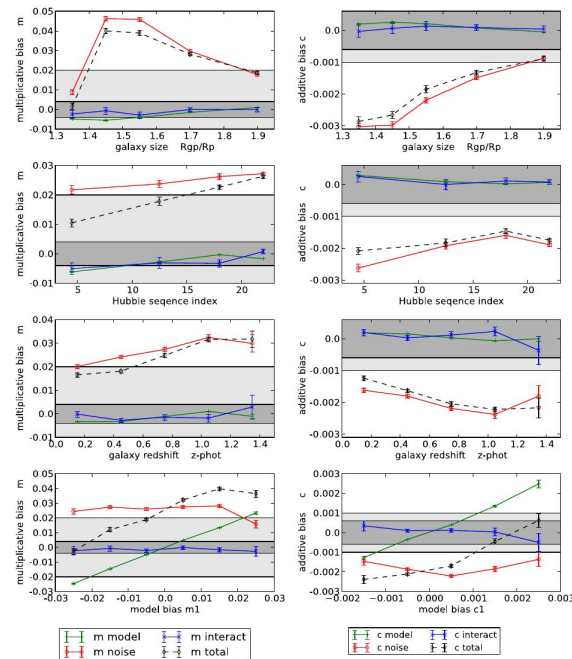
Resumen de correcciones instrumentales

En general, los efectos relacionados a la medición de elipticidades están controlados con suficiente precisión.

En los gráficos de la derecha se puede ver la influencia de, por ejemplo, el tamaño de la galaxia (relativo a la PSF). Típicamente esto se traduce en un valor mínimo aceptable del tamaño.



Sheldon & Huff (2017)

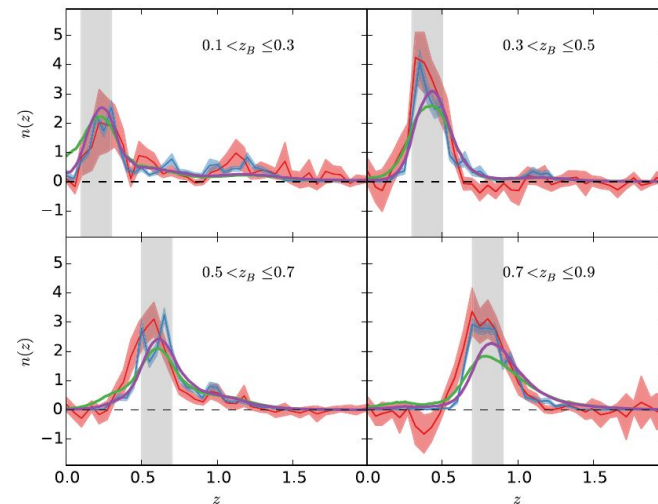
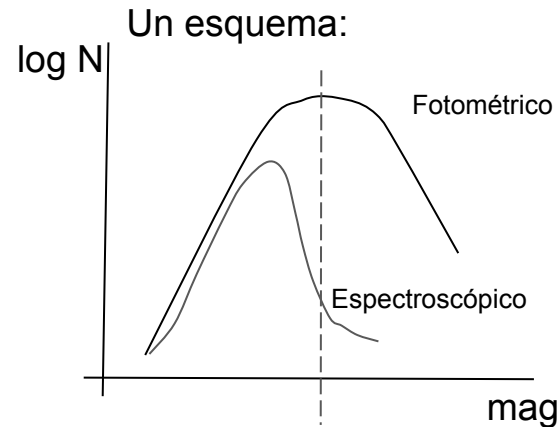


Kacprzak et al. (2014)

Redshifts fotométricos

Los redshifts fotométricos permiten que se puedan hacer estas mediciones en primer lugar, pero al mismo tiempo limitan su precisión. A la derecha, los 4 bins en redshift usados por KiDS-450 (Hildebrandt et al. 2017) y la distribución de redshift de cada uno, según el método que se use para calcularla.

El principal problema es la falta de redshifts espectroscópicos de galaxias débiles (que conforman la mayoría de las galaxias utilizadas) para calibrar los redshifts fotométricos, por lo que hay que hacer ciertas suposiciones que pueden tener un gran impacto en el análisis.

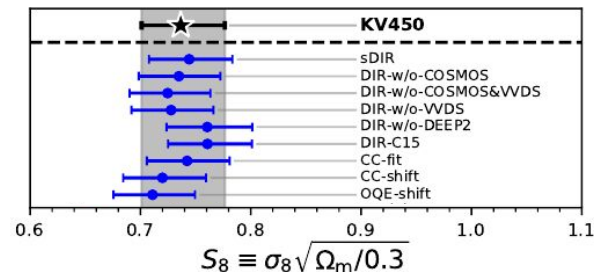


Hildebrandt et al. (2017)

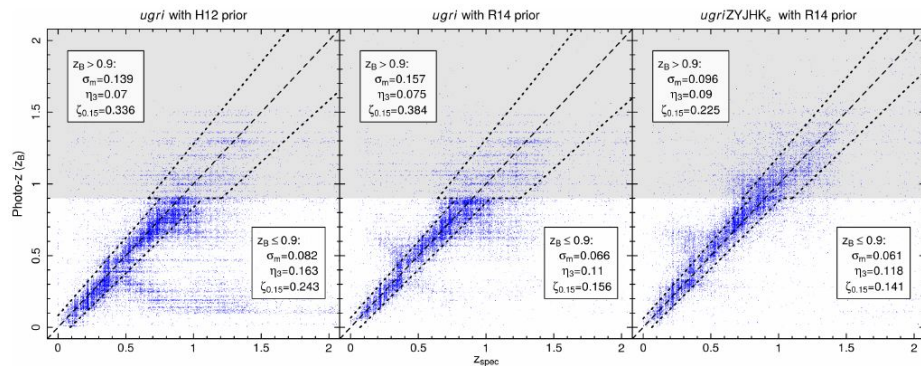
Redshifts fotométricos

La situación mejora cuando:

- Se incluye fotometría infrarroja, y/o
- El catálogo espectroscópico es más representativo del catálogo fotométrico



Hildebrandt et al. (2020)



Wright et al. (2019)

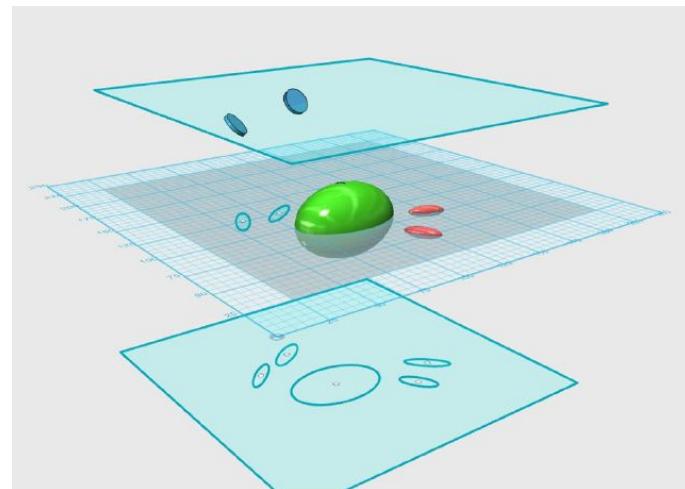
Alineamientos intrínsecos

Los alineamientos intrínsecos se producen porque las galaxias están sujetas a efectos de marea, ya sea por otras galaxias o por el campo de densidad de materia. Su contaminación en la función de correlación de dos puntos de lente gravitacional suele expresarse así:

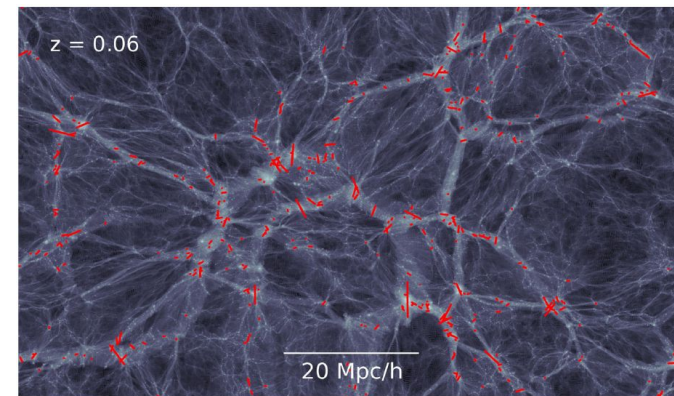
$$\underbrace{\langle \epsilon_i \epsilon_j \rangle}_{\text{obs}} = \underbrace{\langle \gamma_i \gamma_j \rangle}_{\text{GG}} + \underbrace{\langle \epsilon_i^s \epsilon_j^s \rangle}_{\text{II}} + \underbrace{\langle \gamma_i \epsilon_j^s \rangle + \langle \epsilon_i^s \gamma_j \rangle}_{\text{GI}}$$

donde los componentes corresponden a lentes gravitacionales (GG), alineamientos intrínsecos (II), y su cros-correlación.

Idealmente, todos estos componentes deben modelarse juntos en un análisis *tomográfico* (separando las galaxias según su redshift). El término II es fácil de modelar/mitigar, ya que sólo se produce para pares de galaxias asociadas físicamente - es decir, en el mismo rango de redshift.

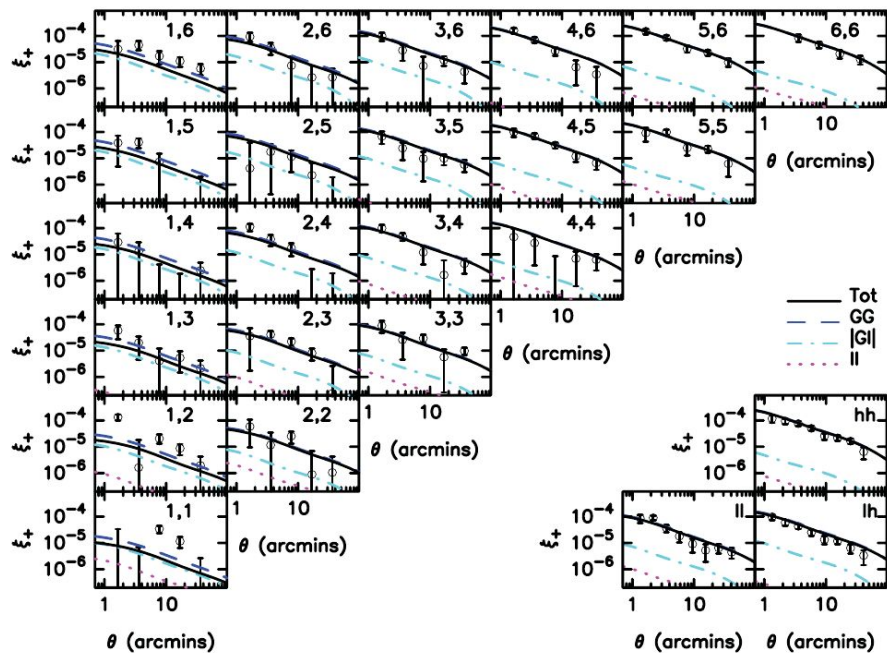


Joachimi et al. (2015)



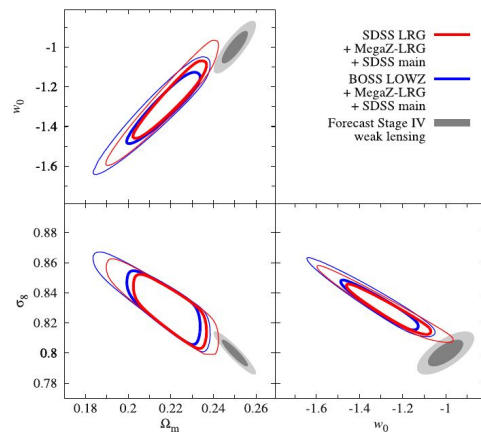
Tenneti et al. (2014)

El término GI, en cambio, es más difícil de tratar. Éste se produce porque el mismo campo gravitatorio que produce el efecto lente, es el que alinea las galaxias físicamente asociadas, y por lo tanto no puede aislarse el efecto por completo. Para modelar este término es necesario incorporar información de su evolución con el redshift.



Heymans et al. (2013)

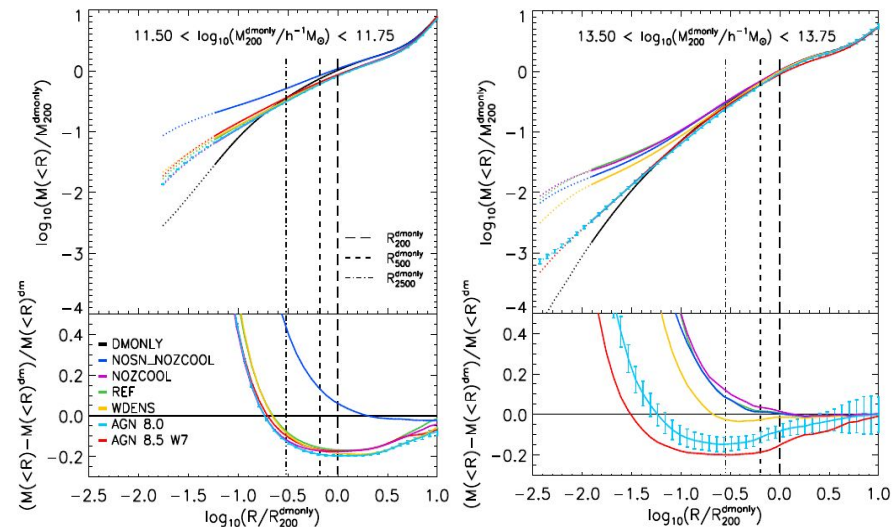
Impacto en parámetros cosmológicos de no considerar alineamientos intrínsecos en un experimento futuro como Euclid



Joachimi et al. (2015)

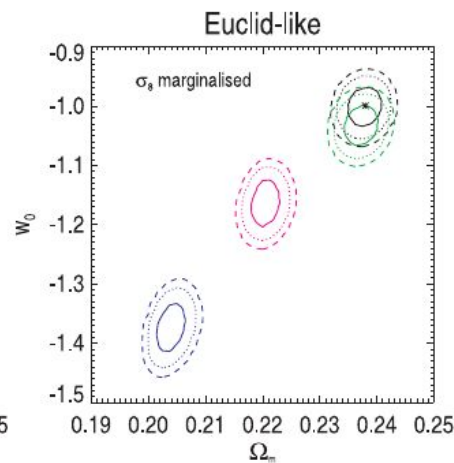
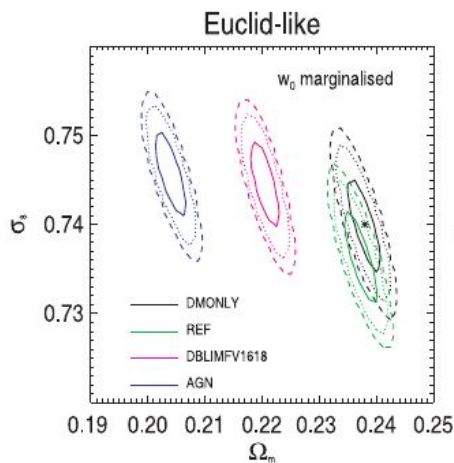
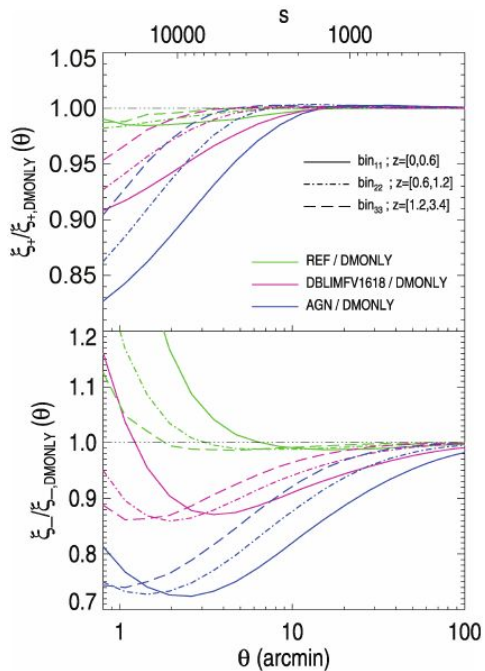
Física Bariónica

A diferencia de la materia oscura, el gas es interactúa con sí mismo, y por lo tanto distribuye materia a escalas mayores que la materia oscura por sí sola. Esta re-distribución es facilitada particularmente por los vientos producidos por AGN (y en menor medida y para masas menores, por SN). La gravedad de halos más masivos es capaz de contrarrestar en parte este efecto.



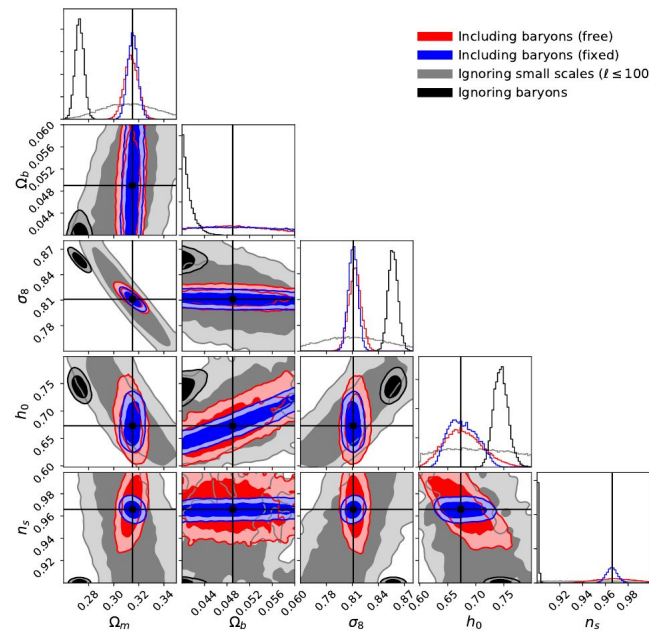
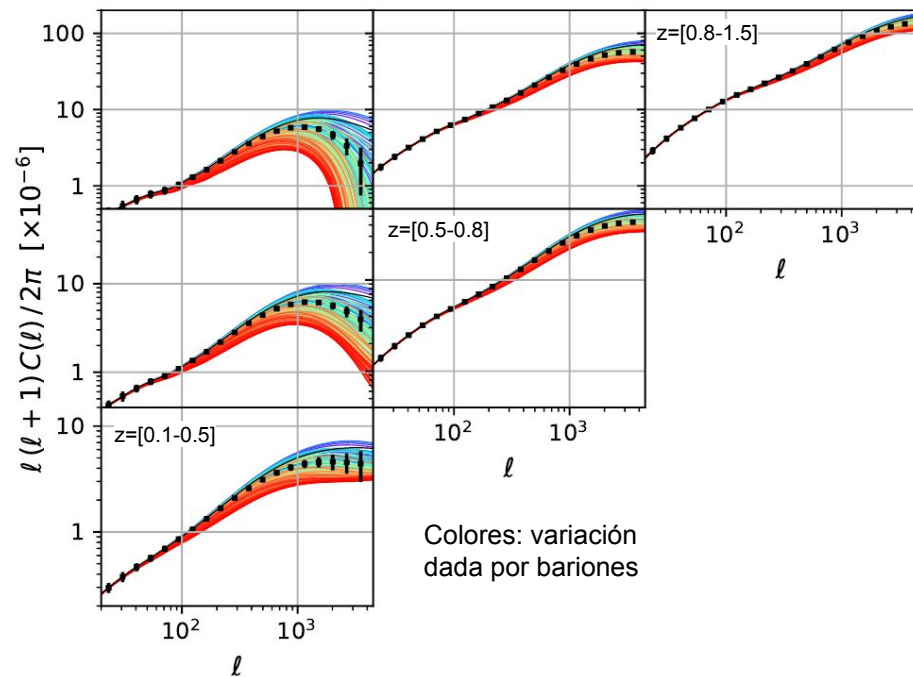
Velliscig et al. (2014)

El resultado es una supresión del espectro de potencias de materia (o la función de correlación) a escalas pequeñas (orden de 1-10 arcmin), lo que se traduce en errores sistemáticos en parámetros cosmológicos.



Semboloni et al. (2011)

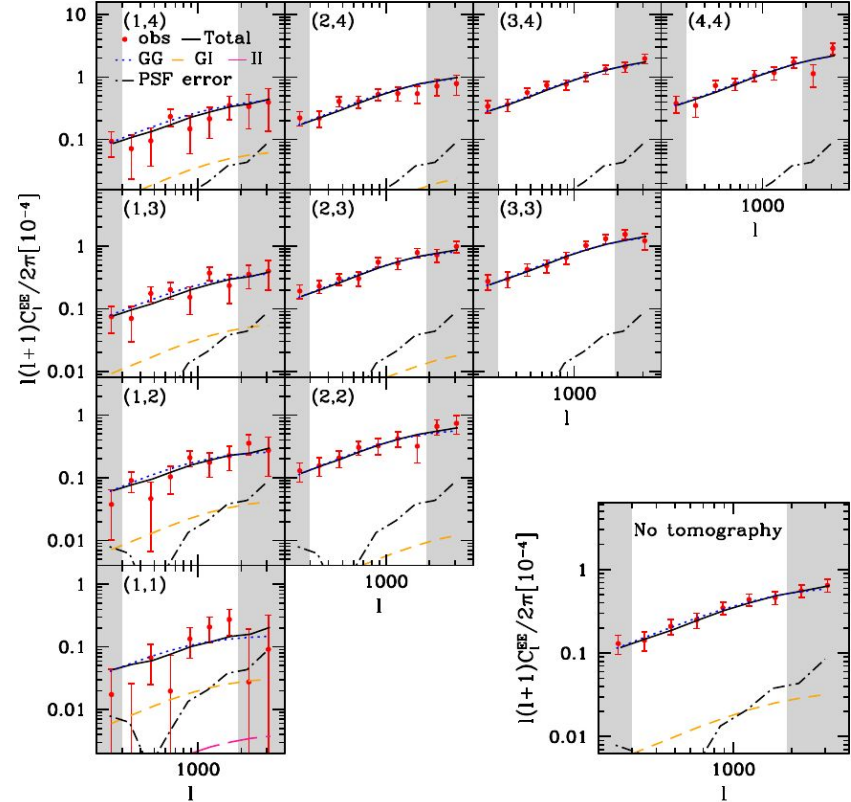
Existen modelos fenomenológicos, típicamente desarrollados en el contexto del modelo de halo, pero estos modelos pueden tener una dependencia importante en la simulación hidrodinámica contra la cual están calibrados. Finalmente, lo mejor que se puede hacer es adoptar un modelo lo suficientemente flexible y marginalizar los parámetros que controlan los efectos de la física bariónica.



Por completitud, acá están los resultados del otro gran experimento actual de lente gravitacional: el Hyper SuprimeCam Strategic Survey Program (HSC-SSP).

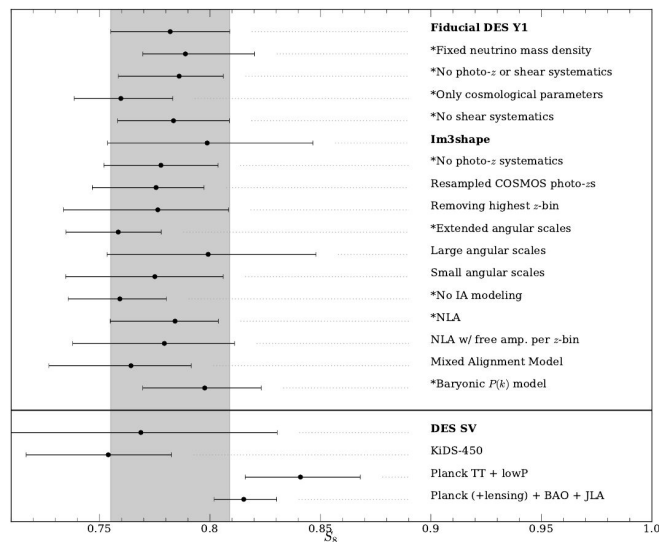
Se muestran las contribuciones GG, GI, II, además de la contribución producto de errores en el modelamiento y la corrección de la PSF.

En gris las escalas que debieron excluirse, para minimizar los errores introducidos tanto por la PSF como por la física bariónica.

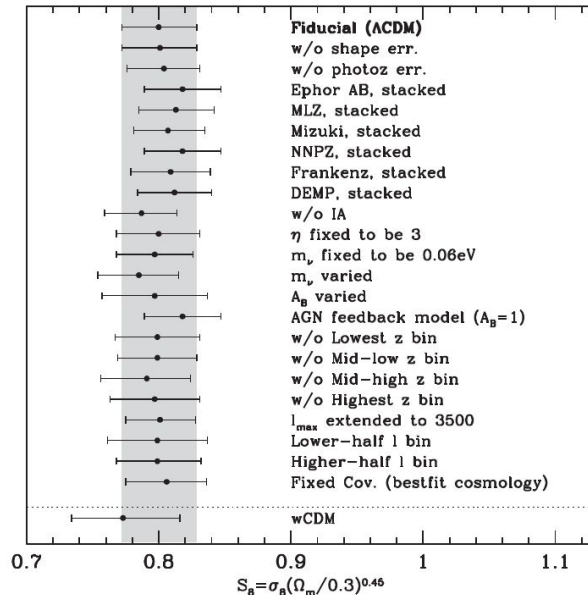


Hikage et al. (2019)

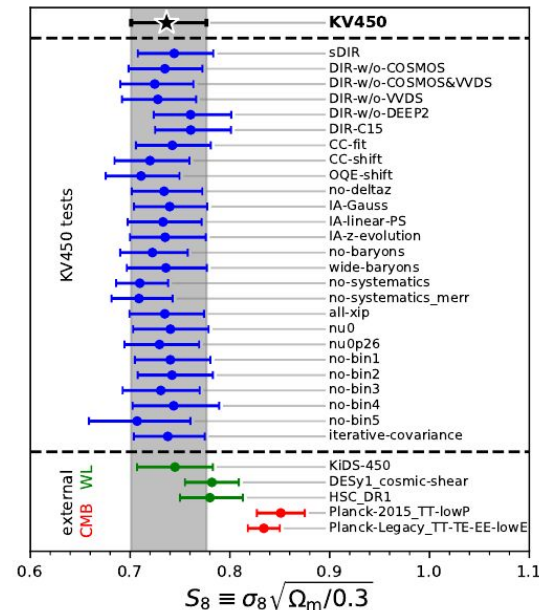
Los siguientes gráficos resumen el estado actual de mediciones de *cosmic shear* en los tres experimentos de lente gravitacional por estructura a gran escala en la actualidad.



Troxel et al. (2018): DES



Hikage et al. (2019): HSC-SSP



Hildebrandt et al. (2020):
KiDS+VIKING

Referencias

- Bridle, S., et al., 2009. *Handbook for the GREAT08 Challenge: An image analysis competition for cosmological lensing*. [AnApS, 3, 6](#)
- Kacprzak, T., et al., 2014. *Sérsic galaxy models in weak lensing shape measurement: model bias, noise bias and their interaction*. [MNRAS, 441, 2528](#)
- Heymans, C., et al., 2013. *CFHTLenS tomographic weak lensing cosmological parameter constraints: Mitigating the impact of intrinsic galaxy alignments*. [MNRAS, 432, 2433](#)
- Hikage, C., et al., 2019. *Cosmology from cosmic shear power spectra with Subaru Hyper Suprime-Cam first-year data*. [PASJ, 71, 43](#)
- Hildebrandt, H., et al., 2017. *KiDS-450: cosmological parameter constraints from tomographic weak gravitational lensing*. [MNRAS, 465, 1454](#)
- Hildebrandt, H., et al., 2020. *KiDS+VIKING-450: Cosmic shear tomography with optical and infrared data*. [A&A, 633, 69](#)
- Joachimi, B., et al., 2015. *Galaxy Alignments: An Overview*. [SSRv, 193, 1](#)
- Radovich, M., et al., 2015. *A weak lensing analysis of the PLCK G100.2-30.4 cluster*. [A&A, 579, 7](#)
- Schneider, A., et al., 2020. *Baryonic effects for weak lensing. Part I. Power spectrum and covariance matrix*. [JCAP, 04, 019](#)
- Semboloni, E., et al., 2011. *Quantifying the effect of baryon physics on weak lensing tomography*. [MNRAS, 417, 2020](#)

Referencias

- Sheldon, E., & Huff., E., 2017. *Practical Weak-lensing Shear Measurement with Metacalibration*. [ApJ, 841, 24](#)
- Tenneti, A., et al., 2014. *Galaxy shapes and intrinsic alignments in the MassiveBlack-II simulation*. [MNRAS, 441, 470](#)
- Troxel, M., et al., 2018. *Dark Energy Survey Year 1 results: Cosmological constraints from cosmic shear*. [PhRvD, 98, 043528](#)
- Velliscig, M., et al., 2014. *The impact of galaxy formation on the total mass, mass profile and abundance of haloes*. [MNRAS, 442, 2641](#)
- Wright, A., et al., 2019. *KiDS+VIKING-450: A new combined optical and near-infrared dataset for cosmology and astrophysics*. [A&A, 632, 34](#)